

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-289936

(P2002-289936A)

(43) 公開日 平成14年10月4日 (2002. 10. 4)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 41/09		H 0 2 N 2/00	B
41/083		H 0 1 L 41/08	J
41/187			N
41/22		41/18	1 0 1 B
H 0 2 N 2/00			1 0 1 C
審査請求 未請求 請求項の数25 O L (全 28 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-76314(P2001-76314)
 (22) 出願日 平成13年3月16日 (2001. 3. 16)
 (31) 優先権主張番号 特願2001-10622(P2001-10622)
 (32) 優先日 平成13年1月18日 (2001. 1. 18)
 (33) 優先権主張国 日本 (J P)

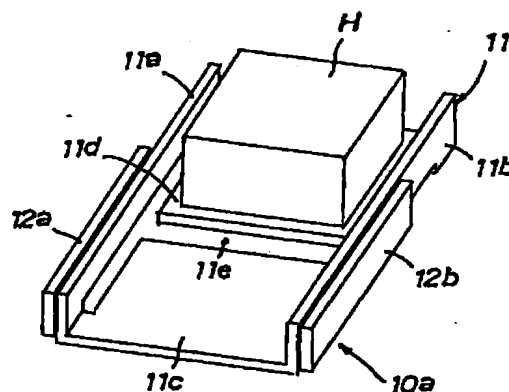
(71) 出願人 000004064
 日本碍子株式会社
 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
 (72) 発明者 池田 幸司
 名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子
 株式会社内
 (72) 発明者 柴田 和義
 名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子
 株式会社内
 (74) 代理人 100088971
 弁理士 大庭 咲夫 (外2名)

(54) 【発明の名称】 圧電／電歪デバイスおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】左右一対の可動部11a, 11bとその一端部に固定部11cを有する基体11と、基体11の可動部11a, 11bの側面に配設した圧電／電歪素子12a, 12bを具備する圧電／電歪デバイスを、部品点数の少ない構成とする。

【解決手段】圧電／電歪デバイスの基体として、基体を平板状に展開した形状に打抜き加工してなる原板を屈曲加工した一体構造の基体11を採用することにより、部品点数の少ない構成の圧電／電歪デバイスを提供する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】左右一对の可動部およびこれら両可動部を一端部側にて互いに連結する固定部を有する基体と、同基体の前記両可動部の少なくとも一方の側面に配設した圧電／電歪素子を具備する圧電／電歪デバイスであり、前記基体は1枚の平板にて構成されていて、前記固定部は平板状を呈し、前記各可動部は、前記固定部の各側縁部から所定高さ起立して互いに対向して、固定部の各側縁部に沿って同固定部の他端部を越えて延出していることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

【請求項2】請求項1に記載の圧電／電歪デバイスにおいて、前記基体を構成する各可動部の基部と前記固定部の側縁部間には、同固定部の他端部側から延びるスリット状溝部が介在していることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

【請求項3】左右一对の可動部、これら両可動部を一端部側にて互いに連結する固定部、および、これら両可動部を他端部側にて互いに連結して前記固定部とは互いに分離している取付部を有する基体と、同基体の前記両可動部の少なくとも一方の側面に配設した圧電／電歪素子を具備する圧電／電歪デバイスであり、前記基体は1枚の平板にて構成されていて、前記固定部および前記取付部は平板状を呈し、前記各可動部は、前記固定部および前記取付部の各側縁部から所定高さ起立して互いに対向して、同固定部および前記取付部の各側縁部に沿って延びていることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

【請求項4】請求項3に記載の圧電／電歪デバイスにおいて、前記基体を構成する前記固定部の他端部と前記取付部の一端部間には横方向に延びるスリット状溝部が介在し、かつ、前記各可動部の基部と前記固定部および前記取付部の側縁部間には縦方向に延びるスリット状溝部が介在していることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

【請求項5】請求項3に記載の圧電／電歪デバイスにおいて、前記基体を構成する前記固定部の他端部と前記取付部の一端部間には、横方向および縦方向に延びる方形状の溝部が介在していることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

【請求項6】左右一对の可動部、これら両可動部を一端部側にて互いに連結する固定部、これら両可動部を他端部側にて互いに連結して前記固定部とは互いに分離している取付部、および、同取付部と一体で同取付部、前記各可動部および前記固定部を包囲する連結部を有する基体と、同基体の前記両可動部の少なくとも一方の側面に配設した圧電／電歪素子を具備する圧電／電歪デバイスであり、前記基体は1枚の平板にて構成されていて、前記固定部および前記取付部は平板状を呈し、前記各可動部は、前記固定部および前記取付部の各側縁部から所定高さ起立して、互いに対向して同固定部および前記取付部の各側縁部に沿って延び、かつ、前記各可動部、前記固定部および前記取付部は前記連結部の中央空間部内に

位置していることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

【請求項7】請求項6に記載の圧電／電歪デバイスにおいて、前記連結部の前記中央空間部における前記固定部の一端部側は閉鎖状態にあることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

【請求項8】請求項6に記載の圧電／電歪デバイスにおいて、前記連結部の前記中央空間部における前記固定部の一端部側は開放状態にあることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

10 【請求項9】請求項1または2に記載の圧電／電歪デバイスにおいて、前記基体を構成する前記各可動部の基部と前記固定部の各側縁部間の連結部は円弧状を呈していることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

【請求項10】請求項3、4、5、6、7、8または9に記載の圧電／電歪デバイスにおいて、前記基体を構成する前記各可動部の基部と前記固定部および前記取付部の各側縁部間の連結部は円弧状を呈していることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

20 【請求項11】請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9または10に記載の圧電／電歪デバイスにおいて、前記基体を構成する前記各可動部は、長さ方向の中間部位が他の部位に比較して薄く形成されていることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

【請求項12】請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10または11に記載の圧電／電歪デバイスにおいて、前記基体を構成する前記各可動部は前記固定部側の端部に、同端部の上縁から屈曲して延びて前記固定部の表面に当接する補強部を具備していることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

30 【請求項13】請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10または11に記載の圧電／電歪デバイスにおいて、前記基体を構成する前記各可動部は前記固定部側の端部に、同端部の端縁から屈曲して内側へ延びて前記固定部の表面に当接する補強部を具備していることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

【請求項14】請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10または11に記載の圧電／電歪デバイスにおいて、前記基体を構成する前記固定部における前記各可動部間に補強部材が介在していることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

40 【請求項15】請求項1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13または14に記載の圧電／電歪デバイスにおいて、前記基体を構成する前記固定部は前記各可動部の一端部側から延出していて、前記各可動部内に位置する場合に比較して拡大されていることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

50 【請求項16】請求項3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13または14に記載の圧電／電歪デバイスにおいて、前記基体を構成する前記取付部は前記各可動部の他端部側から延出していて、前記各可動部内

に位置する場合に比較して拡大されていることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

【請求項 17】請求項 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15 または 16 に記載の圧電／電歪デバイスにおいて、前記基体は金属製の平板にて構成されていることを特徴とする圧電／電歪デバイス。

【請求項 18】左右一対の可動部およびこれら両可動部を一端部側にて互いに連結する固定部を有する基体と、同基体の前記両可動部の少なくとも一方の側面に配設した圧電／電歪素子を具備する圧電／電歪デバイスを製造する方法であり、前記基体の形成材料として可撓性で屈曲加工の可能な平板を採用して同平板を、前記基体を平面状に展開した形状に打抜き加工して打抜き構造体を形成し、同打抜き構造体の所定の部位を屈曲して前記各可動部および前記固定部を有する基体を形成することを特徴とする圧電／電歪デバイスの製造方法。

【請求項 19】請求項 18 に記載の圧電／電歪デバイスの製造方法において、前記打抜き構造体は、方形の平板の左右の側部に側縁部に沿って延びる一対の直線状の側方溝部とこれら両溝部間の部位を切欠いた開口部からなる門形状の開口部を有して、前記平板の各側縁部を前記側方溝部に沿って屈曲加工することにより、前記各側縁部を前記各可動部に形成するとともに、前記各側方溝部間の部位を前記固定部に形成することを特徴とする圧電／電歪デバイスの製造方法。

【請求項 20】左右一対の可動部、これら両可動部を一端部側にて互いに連結する固定部、および、これら両可動部を他端部側にて互いに連結して前記固定部とは互いに分離している取付部を有する基体と、同基体の前記両可動部の少なくとも一方の側面に配設した圧電／電歪素子を具備する圧電／電歪デバイスを製造する方法であり、前記基体の形成材料として可撓性で屈曲加工の可能な平板を採用して同平板を、前記基体を平面状に展開した形状に打抜き加工して打抜き構造体を形成し、同打抜き構造体の所定の部位を屈曲して前記各可動部および前記固定部を有する基体を形成することを特徴とする圧電／電歪デバイスの製造方法。

【請求項 21】請求項 20 に記載の圧電／電歪デバイスの製造方法において、前記打抜き構造体は、方形の平板の左右の側部に側縁部に沿って延びる一対の直線状の側方溝部とこれら両側方溝部を中間部にて互いに連結する直線状の中央溝部からなる H 形状の開口部を有して、前記平板の各側縁部を前記側方溝部に沿って屈曲加工することにより、前記各側縁部を前記各可動部に形成するとともに、前記各側方溝部間の部位を前記固定部および前記取付部に形成することを特徴とする圧電／電歪デバイスの製造方法。

【請求項 22】請求項 20 に記載の圧電／電歪デバイスの製造方法において、前記打抜き構造体は方形の平板の中

央部に方形の開口部を有して、前記平板の各側縁部を前記開口部の側縁部に沿って屈曲加工することにより、前記各側縁部を前記各可動部に形成するとともに、前記各側方溝部間の部位を前記固定部および前記取付部に形成することを特徴とする圧電／電歪デバイスの製造方法。

【請求項 23】左右一対の可動部、これら両可動部を一端部側にて互いに連結する固定部、これら両可動部を他端部側にて互いに連結して前記固定部とは互いに分離している取付部、および、同取付部と一体で同取付部、前記各可動部および前記固定部を包囲する連結部を有する基体と、同基体の前記両可動部の少なくとも一方の側面に配設した圧電／電歪素子を具備する圧電／電歪デバイスを製造する方法であり、前記基体の形成材料として可撓性で屈曲加工の可能な平板を採用して同平板を、前記基体を平面状に展開した形状に打抜き加工して打抜き構造体を形成し、同打抜き構造体の所定の部位を屈曲して前記各可動部、前記固定部、前記取付部および前記連結部を有する基体を形成することを特徴とする圧電／電歪デバイスの製造方法。

【請求項 24】請求項 23 に記載の圧電／電歪デバイスの製造方法において、前記打抜き構造体は方形の平板の中央開口部の内部に方形の平板部を有するとともに、同平板部の左右の側部に側縁部に沿って延びる一対の直線状の側方溝部とこれら両側方溝部を中間部にて互いに連結する直線状の中央溝部からなる H 形状の開口部を有して、前記平板部の各側縁部を前記側方溝部に沿って屈曲加工することにより、前記各側縁部を前記各可動部に形成し、前記各側方溝部間の部位を前記固定部および前記取付部に形成し、かつ、前記中央開口部の外周の部位を前記連結部に形成することを特徴とする圧電／電歪デバイスの製造方法。

【請求項 25】請求項 18, 19, 20, 21, 22, 23 または 24 に記載の圧電／電歪デバイスの製造方法において、前記打抜き構造体の開口部は、前記平板の打抜き加工と同時に打抜きして形成され、または、前記平板の打抜き加工後の穴開け加工にて形成されていることを特徴とする圧電／電歪デバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧電／電歪デバイスに関する。

【0002】

【従来の技術】圧電／電歪デバイスの一形式として、ヨーロッパ特許（EP1017116A2）明細書に開示されているように、左右一対の可動部およびこれら両可動部を一端側にて互いに連結する固定部を有する基体と、同基体の前記両可動部の少なくとも一方の側面に配設してなる圧電／電歪素子を具備する形式の圧電／電歪デバイスや、左右一対の可動部、これら両可動部を一端

部側にて互いに連結する固定部、および、これら両可動部を他端部側にて互いに連結する取付部を有する基体と、同基体の前記両可動部の少なくとも一方の側面に配設してなる圧電／電歪素子を具備する形式の圧電／電歪デバイスがある。

【0003】当該形式の圧電／電歪デバイスは、圧電／電歪素子の変位動作に起因する可動部の作動機能、または、被検出側から入力される可動部の変位を圧電／電歪素子により検出する検出機能を有するもので、これらの機能を有効に利用して、下記のごとき広い用途に使用されている。

【0004】すなわち、当該形式の圧電／電歪デバイスは、各種トランスデューサ、各種アクチュエータ、周波数領域機能品（フィルタ）、トランス、通信用、動力用の振動子や共振子、発振子、ディスクリミネータ等の能動素子、超音波センサ、加速度センサ、角速度センサ、衝撃センサ、質量センサ等の各種センサ素子、光学機器、精密機器等の各種精密部品等の変位や位置決め調整、角度調整の機構に用いられる各種アクチュエータ等

に使用される。

【0005】ところで、当該形式の圧電／電歪デバイスは、一般には、デバイス原盤を適宜の大きさに切断して形成されるもので、デバイス原盤は、基体原盤の表裏両面に圧電／電歪素子を接着剤を介して接着して構成され、または、これらを一体に形成して構成されている。なお、基体原盤は、複数枚のシートを積層し焼成して構成されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】このように、当該形式の圧電／電歪デバイスは、その構成部品の部品点数が多くて、コストが高いとともに組立作業が面倒であり、かつ、各構成部品同士を接着剤を介して接着していることから、各構成部品同士の接着にバラツキが生じて、デバイス特性に影響を及ぼすおそれがある。

【0007】また、当該形式の圧電／電歪デバイスを形成するには、デバイス原盤を適宜に切断して多数取りする手段が採られることから、切断して形成された圧電／電歪デバイスは、切断時に発生する塵埃や切削液、さらには、切断時にデバイス原盤を保持するために使われる接着剤やワックス等の有機成分により汚染されていて、

圧電／電歪デバイスの洗浄が容易ではない。

【0008】また、基体をセラミックスで構成する場合は、セラミックスが割れ易いため、ジルコニア等の硬い材質のセラミックスを採用する必要がある、硬い材料のセラミックスを採用した場合でも、欠損やクラックが発生しないように適切な切断条件を選定する必要がある。また、基体が硬い材料のセラミックスであることから加工し難く、加工処理数を増やすためには、異なる機能の多くの加工装置を使用する等の配慮をする必要がある。

【0009】基体を金属材料で構成することも可能であ

るが、金属材料は切削加工中に摩擦熱で端面が酸化したり、加工端面にバリが残留するため、これらを除去する別工程を追加しなければならない。また、圧電／電歪素子の検査は、デバイス原盤を切断した後でなければならない。

【0010】また、デバイス原盤から切り出したデバイスの洗浄には、汚れが容易に除去し得る超音波洗浄を採用することが好ましいが、超音波洗浄において洗浄効果を上げるべく強い超音波を使用すると、デバイスにダメージを与えることがあり、圧電／電歪素子が基体から剥離したり破損することもある。このため、超音波洗浄を採用する場合には、デバイスにダメージを与えない弱い超音波を選定する必要があるが、このような洗浄条件を採用する場合には、切断時に付着する汚れを除去するには長時間を要することになる。

【0011】圧電／電歪デバイスからの発塵は、例えば、ハードディスクドライブの磁気ヘッドのアクチュエータに圧電／電歪デバイスを使用する場合にドライブの中で発塵すると、その塵が浮上スライダとメディアのクラッシュの原因となり、データを破壊するおそれがある。また、圧電／電歪デバイス自身に対しても、その塵が圧電／電歪素子の電極に付着してショートを引き起こすおそれがある。このため、ハードディスクドライブに対しては勿論のこと、デバイス自身にも高い清浄化度が要求される。

【0012】従って、本発明の目的は、当該形式の圧電／電歪デバイスを構成する基体を、1枚の平板を原板とする一体構造とすることにより、上記した各問題を解消することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は、圧電／電歪デバイス、および圧電／電歪デバイスの製造方法に関するもので、本発明に係る圧電／電歪デバイスは、下記の3種類の形式の圧電／電歪デバイスである。

【0014】本発明に係る第1の形式の圧電／電歪デバイスは、左右一対の可動部およびこれら両可動部を一端部側にて互いに連結する固定部を有する基体と、同基体の前記両可動部の少なくとも一方の側面に配設した圧電／電歪素子を具備する圧電／電歪デバイスである。

【0015】また、本発明に係る第2の形式の圧電／電歪デバイスは、左右一対の可動部、これら両可動部を一端部側にて互いに連結する固定部、および、これら両可動部を他端部側にて互いに連結して前記固定部とは互いに分離している取付部を有する基体と、同基体の前記両可動部の少なくとも一方の側面に配設した圧電／電歪素子を具備する圧電／電歪デバイスである。

【0016】また、本発明に係る第3の形式の圧電／電歪デバイスは、左右一対の可動部、これら両可動部を一端部側にて互いに連結する固定部、これら両可動部を他端部側にて互いに連結して前記固定部とは互いに分離し

ている取付部、および、同取付部と一体で同取付部、前記各可動部および前記固定部を包囲する連結部を有する基体と、同基体の前記両可動部の少なくとも一方の側面に配設した圧電／電歪素子を具備する圧電／電歪デバイスである。

【0017】しかして、本発明に係る第1の形式の圧電／電歪デバイスにおいては、前記基体は1枚の平板にて構成されていて、前記固定部は平板状を呈し、前記各可動部は、前記固定部の各側縁部から所定高さ起立して互いに対向して、固定部の各側縁部に沿って同固定部の他

端部を越えて延出していることを特徴とするものである。

【0018】当該圧電／電歪デバイスにおいては、前記基体を構成する各可動部の基部と前記固定部の側縁部間には、同固定部の他端部側から延びるスリット状溝部が介在している構成とすることができる。また、当該圧電／電歪デバイスにおいては、前記基体を構成する前記各可動部の基部と前記固定部の各側縁部間の連結部を円弧状を呈する構成とすることができる。

【0019】本発明に係る第2の形式の圧電／電歪デバイスにおいては、前記基体1枚の平板にて構成されていて、前記固定部および前記取付部は平板状を呈し、前記各可動部は、前記固定部および前記取付部の各側縁部から所定高さ起立して互いに対向して、同固定部および前記取付部の各側縁部に沿って延びていることを特徴とするものである。

【0020】当該圧電／電歪デバイスにおいては、前記基体を構成する前記固定部の他端部と前記取付部の一端部間には横方向に延びるスリット状溝部が介在し、かつ、前記各可動部の基部と前記固定部および前記取付部の側縁部間には縦方向に延びるスリット状溝部が介在している構成とすることができ、また、前記基体を構成する前記固定部の他端部と前記取付部の一端部間には、横方向および縦方向に延びる方形状の溝部が介在している構成とすることができる。さらにまた、当該圧電／電歪デバイスにおいては、前記基体を構成する前記各可動部の基部と前記固定部の各側縁部間の連結部を円弧状を呈する構成とすることができる。

【0021】本発明に係る第3の形式の圧電／電歪デバイスにおいては、前記基体は1枚の平板にて構成されていて、前記固定部および前記取付部は平板状を呈し、前記各可動部は、前記固定部および前記取付部の各側縁部から所定高さ起立して、互いに対向して同固定部および前記取付部の各側縁部に沿って延び、かつ、前記各可動部、前記固定部および前記取付部は前記連結部の中央空間部内に位置していることを特徴とするものである。

【0022】当該圧電／電歪デバイスにおいては、前記連結部の前記中央空間部における前記固定部の一端部側は閉鎖状態または開放状態にある構成とすることができる。また、当該圧電／電歪デバイスにおいては、前記基

体を構成する前記各可動部の基部と前記固定部の各側縁部間の連結部を円弧状を呈する構成とすることができる。

【0023】本発明に係るこれらの形式の圧電／電歪デバイスにおいては、さらには下記の構成を採ることができる。すなわち、前記基体を金属製の1枚の平板に構成すること、当該基板を構成する前記各可動部の長さ方向の中間部位を他の部位に比較して薄く形成する構成、前記基体を構成する前記各可動部の前記固定部側の端部に、同端部の上縁から屈曲して延びて前記固定部の表面に当接する補強部を具備する構成、前記基体を構成する前記各可動部の前記固定部側の端部に、同端部の端縁から屈曲して内側へ延びて前記固定部の表面に当接する補強部を具備する構成、前記基体を構成する前記固定部における前記各可動部間に補強部材を介在させる構成とすることができる。また、前記基体を構成する前記固定部を前記各可動部の一端部側から延出して、前記各可動部内に位置する場合に比較して拡大させる構成、前記基体を構成する前記取付部を前記各可動部の他端部側から延出して、前記各可動部内に位置する場合に比較して拡大させる構成とすることができる。

【0024】また、本発明に係る圧電／電歪デバイスの製造方法は、上記した3種類の形式の圧電／電歪デバイスをそれぞれ製造する方法であって、各種形式の圧電／電歪デバイスの製造方法は下記に示すものである。

【0025】本発明に係る第1の製造方法は、本発明に係る第1の形式の圧電／電歪デバイスを製造する方法であって、前記基体の形成材料として可撓性で屈曲加工の可能な平板を採用して同平板を、前記基体を平面状に展開した形状に打抜き加工して打抜構造体を形成し、同打抜構造体の所定の部位を屈曲して前記各可動部および前記固定部を有する基体を形成することを特徴とするものである。

【0026】当該製造方法においては、前記打抜構造体を、方形の平板の左右の側部に側縁部に沿って延びる一対の直線状の側方溝部とこれら両溝部間の部位を切欠いた開口部からなる門形状の開口部を有する形状として、前記平板の各側縁部を前記側方溝部に沿って屈曲加工することにより、前記各側縁部を前記各可動部に形成するとともに、前記各側方溝部間の部位を前記固定部に形成するようにすることができる。

【0027】本発明に係る第2の製造方法は、本発明に係る第2の形式の圧電／電歪デバイスを製造する方法であって、前記基体の形成材料として可撓性で屈曲加工の可能な平板を採用して同平板を、前記基体を平面状に展開した形状に打抜き加工して打抜構造体を形成し、同打抜構造体の所定の部位を屈曲して前記各可動部および前記固定部を有する基体を形成することを特徴とするものである。

【0028】当該製造方法においては、前記打抜構造体

10

20

30

40

50

を、方形の平板の左右の側部に側縁部に沿って延びる一対の直線状の側方溝部とこれら両側方溝部を中間部にて互いに連結する直線状の中央溝部からなるH形状の開口部を有する形状として、前記平板の各側縁部を前記側方溝部に沿って屈曲加工することにより、前記各側縁部を前記各可動部に形成するとともに、前記各側方溝部間の部位を前記固定部および前記取付部に形成するようにすることができる。また、当該製造方法においては、前記打抜構造体を方形の平板の中央部に方形の開口部を有する形状として、前記平板の各側縁部を前記開口部の側縁部に沿って屈曲加工することにより、前記各側縁部を前記各可動部に形成するとともに、前記各側方溝部間の部位を前記固定部および前記取付部に形成するようにすることができる。

【0029】本発明に係る第3の製造方法は、本発明に係る第3の形式の圧電／電歪デバイスを製造する方法であって、前記基体の形成材料として可撓性で屈曲加工の可能な平板を採用して同平板を、前記基体を平面状に展開した形状に打抜き加工して打抜構造体を形成し、同打抜構造体の所定の部位を屈曲して前記各可動部、前記固定部、前記取付部および前記連結部を有する基体を形成することを特徴とするものである。

【0030】当該製造方法においては、前記打抜構造体を方形の平板の中央開口部の内部に方形の平板部を有する形状にするとともに、同平板部の左右の側部に側縁部に沿って延びる一対の直線状の側方溝部とこれら両側方溝部を中間部にて互いに連結する直線状の中央溝部からなるH形状の開口部を有する形状として、前記平板部の各側縁部を前記側方溝部に沿って屈曲加工することにより、前記各側縁部を前記各可動部に形成し、前記各側方溝部間の部位を前記固定部および前記取付部に形成し、かつ、前記中央開口部の外周の部位を前記連結部に形成するようにすることができる。

【0031】本発明に係る各製造方法においては、前記基板の形成材料としては金属製の平板を採用して、前記打抜構造体の開口部を、前記平板の打抜き加工と同時に打抜きして形成し、または、前記平板の打抜き加工後の穴開け加工にて形成するようにすることができる。

【0032】

【発明の作用・効果】本発明に係る圧電／電歪デバイスは、作動原理上、固定部、または固定部と取付部が可撓性を有する2つの側縁部に緊密に連結されていることが必要とされるなかでこれらが一体成形されているので、作動原理上の最も好ましい形態を具現化している。

【0033】例えば、上記した2つまたは3つの要部を金属製として溶着した場合においては、溶着の熱による歪み、材質劣化、焼き鈍し等の熱処理工程での問題を考慮しなければならない。これに対して、本発明に係る圧電／電歪デバイスを構成するの基体のごとく一体成形によるものは、これが金属製であっても、これらの懸念は

全くなく、また、一体成形時の加工硬化による連結部の強度の向上も期待することができる。

【0034】本発明に係る圧電／電歪デバイスにおいては、部品（例えばハードディスクドライブの磁気ヘッド）と組合わせた場合、部品の高さやデバイスの高さの和が組立後の高さにはならずこれより低くなるため、コンパクトな構成とし得る利点がある。デバイスの高さでは、可動部の板の厚み分と接着剤の厚み分が部品の高さに加わるが、冒頭で記述した公知のデバイスと比較して組立後の高さを低くできて、省スペース化の効果がある。また、部品を固定部上に接着するのみで簡単に組立ができ、かつ、接着面積を広くとることができるため、接着強度をより強固にし得て、衝撃によっても脱落し難い構造とすることができる利点がある。

【0035】本発明に係る圧電／電歪デバイスのうちの第1、第2の圧電／電歪デバイスにおいては、その構造上、取付部および固定部の被接着部品に対する接着部位に、接着剤が入る窪みをプレスにて形成することが容易であり、これにより、接着強度を増加させたり接着剤のはみ出しを抑制することができる。また、部品組立の際に用いる位置決め用の基準位置（穴等）を形成することも容易である。このため、後工程で部品をデバイス上の取付部に組立てたり、固定部をサスペンションのジンバルに取付ける際の組立精度を上げて、歩留まりを一層向上させることができる。デバイスを組立てる前に圧電／電歪素子を予め検査して組立てることで、組立後のデバイスの特性不良を大幅に低減することができる。

【0036】また、本発明に係る第3の形式の圧電／電歪デバイスにおいては、第1、第2の圧電／電歪デバイスが有する作用効果を奏し得ることは勿論であるが、特に、取付部と一体の連結部を有するもので、当該連結部を、ハードディスクドライブの磁気ヘッド（スライダー）を支持するジンバルとして機能させることができるという大きな利点がある。

【0037】本発明に係る圧電／電歪デバイスは、上記した3種類の形式の圧電／電歪デバイスを基本とするもので、これらの基本構造の圧電／電歪デバイスにおいては、いずれの基体も、平板を原板とする一体構造のもので原則的に1個の構成部品で構成されていることから、構成部品は基体と圧電／電歪素子の2種類となり、圧電／電歪デバイスの構成部品を大幅に低減できるとともに、構成部品の組付工数を低減できて、コストを大幅に軽減することができる。

【0038】また、本発明に係る各形式の圧電／電歪デバイスにおいては、構成部品の部品点数が極めて少なく、各構成部品同士の接着部位も極めて少ないことから、各構成部品同士の接着のバラツキが皆無またはほとんどなくて、設定された精度の高いデバイス特性を有するものである。

【0039】また、本発明に係る各圧電／電歪デバイス

においては、その形成にあつては、デバイス原盤を多数の部位にて切断する手段を採ることがなく、デバイス原盤の切断時に発生する塵埃やその他の汚染物による汚染がない。このため、圧電／電歪デバイスを組立てる際に、予め、基体および圧電／電歪素子を洗浄しておけば、形成された圧電／電歪デバイスでは汚染が皆無またはほとんど無くて、圧電／電歪デバイスの洗浄を省略することができ、または、簡単に済ますことができる利点がある。

【0040】本発明に係る圧電／電歪デバイスにおいては、第1の形式の圧電／電歪デバイスにあっては本発明に係る第1の製造方法により、第2の形式の圧電／電歪デバイスにあっては本発明に係る第2の製造方法により、第3の形式の圧電／電歪デバイスにあっては本発明に係る第3の製造方法により、それぞれ容易に、かつ、廉価に製造することができる。

【0041】

【発明の実施の形態】本発明に係る圧電／電歪デバイスは、左右一對の可動部およびこれら両可動部を一端部側にて互いに連結する固定部を有する基体と、同基体の前記両可動部の少なくとも一方の側面に配設した圧電／電歪素子を具備する第1の形式の圧電／電歪デバイス、左右一對の可動部、これら両可動部を一端部側にて互いに連結する固定部、および、これら両可動部を他端部側にて互いに連結して前記固定部とは互いに分離している取付部を有する基体と、同基体の前記両可動部の少なくとも一方の側面に配設した圧電／電歪素子を具備する第2の形式の圧電／電歪デバイス、および、左右一對の可動部、これら両可動部を一端部側にて互いに連結する固定部、これら両可動部を他端部側にて互いに連結して前記固定部とは互いに分離している取付部、および、同取付部と一体で同取付部、前記各可動部および前記固定部を包囲する連結部を有する基体と、同基体の前記両可動部の少なくとも一方の側面に配設した圧電／電歪素子を具備する第3の形式の圧電／電歪デバイスである。図1には、各形式の圧電／電歪デバイスの多数の実施形態（第1の実施形態～第11の実施形態）を示している。

【0042】図1(a)に示す第1圧電／電歪デバイス10aは、本発明に係る第2の形式の圧電／電歪デバイスの範疇に属するもので、図2に示す状態で使用されるものである。第1圧電／電歪デバイス10aは、図3および図4に示す方法で形成される。第1圧電／電歪デバイス10aは、基体11と一對の圧電／電歪素子12a、12bからなるもので、基体11は、細幅で長尺の板状の左右一對の可動部11a、11bと、両可動部11a、11bを一端部側にて互いに連結する平板状の固定部11cと、両可動部11a、11bを他端部側にて互いに連結する平板状の取付部11dにて構成されている。

【0043】基体11においては、各可動部11a、1

1b、固定部11c、および取付部11dが、H形状の開口部11eにて分割されている。開口部11eは、左右一對の側方溝部11e1、11e2と、これら両側方溝部11e1、11e2を長手方向の中央部で互いに連結する中央溝部11e3とからなり、左側の可動部11aは、側方溝部11e1にて同溝部11e1に沿って屈曲されて、固定部11cおよび取付部11dに対して直交状態に起立している。同様に、右側の可動部11bは、側方溝部11e2にて同溝部11e2に沿って屈曲されて、固定部11cおよび取付部11dに対して直交状態に起立している。

【0044】かかる構成の基体11には、各可動部11a、11bの外側面に、各圧電／電歪素子12a、12bがエポキシ樹脂等からなる接着剤を介して接着されている。各圧電／電歪素子12a、12bは、圧電／電歪層と電極膜からなる多層体であって、各可動部11a、11bとは同一形状で、所定長さ短く形成されていて、各可動部11a、11bの固定部11c側の端部に一致して接着されて、各可動部11a、11bの取付部11d側の端部から所定長さを残した部位まで延びている。

【0045】当該基体11においては、その固定部11cの上面側には、例えば、被制御部品であるハードディスク用の磁気ヘッドH（スライダ）が接着されて固定されて、その下面側にてサスペンションのジンバルに接着されて固定される。なお、この場合、磁気ヘッドHとサスペンションの取付位置を上記とは逆に、取付部11dおよび固定部11cに変更することができ、これによってもデバイスの機能は何等変わらない。また、磁気ヘッドHとサスペンションの取付位置の固定部11cおよび取付部11dに対する取付部位を表裏逆に変更することもでき、これによってもデバイスの機能は何等変わらない。但し、圧電／電歪素子12a、12bの端子部にコンタクトする外部電極の配線をサスペンション上で逆に配線する必要がある。

【0046】しかして、当該圧電／電歪デバイス10aを構成する基体11は、図3(a)に示す原板11Aを成形材料とするもので、原板11Aを同図(b)に示すように屈曲して形成されているものである。原板11Aは、可撓性に屈曲加工が可能な平板を打抜き加工してなる打抜き構造体であって、基体11を平面状に展開した形状に形成されている。原板11Aを構成する平板は、強度的には金属製であることが好ましい。

【0047】平板は、ヤング率が100GPa以上の金属製であることが好ましく、鉄系材料としては、SUS301、SUS304、AISI653、SUH660等のオーステナイト系ステンレス鋼、SUS430、SUS434等のフェライト系ステンレス鋼、SUS410、SUS630等のマルテンサイト系ステンレス鋼、SUS6312、AISI632等のセミオーステナイト系ステンレス鋼、エルマージングステンレス鋼、各種

ばね鋼鋼材等を挙げることができる。また、非鉄系材料としては、チタン-ニッケル合金等の超弾性チタン合金、黄銅、白銅、アルミニウム、タングステン、モリブデン、ベリリウム銅、リン青銅、ニッケル、ニッケル鉄合金、チタン等を挙げることができる。

【0048】原板11Aは、平板を打抜き加工に付されて形成されているもので、H形状の開口部11eを具備している。開口部11eは、平板の打抜き加工時に同時に形成されているもので、原板11Aの左右の各側部に前後両端側に延びる一対の直線状の側方溝部11e1、11e2と、これら両側方溝部11e1、11e2を中間部にて互いに連結する直線状の中央溝部11e3からなる。基体11は、原板11Aの左右の各側縁部を、各側方溝部11e1、11e2にて、同溝部11e1、11e2の幅の中心をその長手方向に延びる中心線L1、L2に沿って直角に屈曲することにより形成されている。原板11Aの左右の各側部をこのように屈曲加工することにより、各側方溝部11e1、11e2の側縁部が各可動部11a、11bに形成されているとともに、中央溝部11e3の前端部側の部位が固定部11cに形成され、かつ、後端部側の部位が取付部11dに形成されている。

【0049】このように、原板11Aによって一体に構成された基体11には、図4(a)に示すように、その各可動部11a、11bの外側面に圧電/電歪素子12a、12bを接着剤を介して接着されて、同図(b)に示す圧電/電歪デバイス10aが形成される。形成された圧電/電歪デバイス10aは、従来のこの種形式の圧電/電歪デバイスと同様に機能するとともに、基体11が原板11Aにて一体的に構成されていることから、下記のごとき作用効果を奏するものである。

【0050】すなわち、第1圧電/電歪デバイス10aにおいては、基体11が1枚の原板11Aのみからなる一体構造のもので1個の構成部品で構成されていることから、構成部品は基体11と圧電/電歪素子12a、12bの2種類となり、圧電/電歪デバイス10aの構成部品を大幅に低減できるとともに、構成部品の組付工数を大幅に低減できて、コストを大幅に軽減することができる。

【0051】また、第1圧電/電歪デバイス10aにおいては、構成部品の部品点数が極めて少なく、各構成部品同士の接着部位も極めて少ないことから、各構成部品同士の接着のバラツキが皆無またはほとんどなくて、設定された精度の高いデバイス特性を有するものとなる。

【0052】また、第1圧電/電歪デバイス10aにおいては、その形成にあつては、従来のごとくデバイス原盤を多数の部位にて切断する手段を採ることがなく、デバイス原盤の切断時に発生する塵埃、その他の汚染物の付着に起因する汚染がない。このため、第1圧電/電歪デバイス10aの組立てに際して、予め、基体11およ

び圧電/電歪素子12a、12bを洗浄しておけば、組立てられた圧電/電歪デバイス10aは汚染が皆無またはほとんど無くて、圧電/電歪デバイス10aの洗浄を省略することができ、または、簡単に済ますことができるという大きな利点がある。

【0053】図1(b)に示す第2圧電/電歪デバイス10bは、本発明に係る第2の形式の圧電/電歪デバイスの範疇に属するものである。第2圧電/電歪デバイス10bは、第1圧電/電歪デバイス10aとは基体の構成をわずかに異にするにすぎないもので、図6(b)に示すように、基体13と一対の圧電/電歪素子12a、12bからなり、基体13は、細幅で長尺の板状の左右一対の可動部13a、13bと、両可動部13a、13bを一端部側にて互いに連結する平板状の固定部13cと、両可動部13a、13bを他端部側にて互いに連結する平板状の取付部13dにて構成されている。

【0054】基体13においては、各可動部13a、13b、固定部13c、および取付部13dが、H形状の開口部13eにて分割されていて、かかる構成に関するかぎり、第1圧電/電歪デバイス10aの基体11と同一構成である。

【0055】しかして、基体13においては、各可動部13a、13bの固定部13cおよび取付部13dに対する連結部位である屈曲部13a1、13b1が、固定部13c、13dの表面より窪んだ円弧状を呈している。

当該基体13を構成する原板13Aは、図5(a)に示すように、基体11の原板11Aと同一のもので、各可動部13a、13bを屈曲形成する際の屈曲形状を異にするものである。すなわち、当該屈曲加工においては、各可動部13a、13bの基部に円弧状の屈曲部13a1、13b1を形成している。当該基体13には、図6(a)に示すように、各可動部13a、13bの外側面に各圧電/電歪素子12a、12bを接着することにより、第2圧電/電歪デバイス10bが形成される。

【0056】第2圧電/電歪デバイス10bは、第1圧電/電歪デバイス10aとは同一の機能を有するとともに、略同様の作用効果を奏するものであるが、特に、各可動部13a、13bが円弧状の屈曲部13a1、13b1を介して、固定部13cおよび取付部13dに連結していることから、各可動部13c、13dの可動性が向上していて、高いデバイス機能を有するものである。

【0057】また、当該第2圧電/電歪デバイス10bにおいては、各可動部13a、13bの固定部13cおよび取付部13dに対する垂直度の精度を出し易くして、煽り方向変位を抑えることができる。また、固定部13cおよび取付部13dに対して、各可動部13a、13bのY軸方向の位置が円弧状の屈曲部の曲げ方を変えることで設定することができるため、デバイスの設計の幅を広げることができる。

【0058】図1(c)に示す第3圧電/電歪デバイス

10 cは、本発明に係る第2の形式の圧電／電歪デバイスの範疇に属するものである。第3圧電／電歪デバイス10 cは、第2圧電／電歪デバイス10 bとは基体の構成のわずかの部位を異にするが、その他の構成は同じである。

【0059】しかして、第3圧電／電歪デバイス10 cは、図8 (b) に示すように、基体14と一対の圧電／電歪素子12 a、12 bからなるもので、基体14は、細幅で長尺の板状の左右一対の可動部14 a、14 bと、両可動部14 a、14 bを一端部側にて互いに連結する平板状の固定部14 cと、両可動部14 a、14 bを他端部側にて互いに連結する平板状の取付部14 dにて構成されている。

【0060】基体14においては、各可動部14 a、14 bの長手方向の中間部が、所定長さにわたって薄肉部14 a1、14 b1に形成されているが、この点を除いては基体13と同一に構成されている。また、基体14の原板14 Aは、図7 (a) に示すように、各可動部14 a、14 bを構成することとなる、H形状の開口部14 eの左右の各側部に薄肉部14 a1、14 b1を具備するもので、図7 (b) に示す2点鎖線L1、L2に沿って、基体13と同様に屈曲加工され、図8 (a) に示すように、各可動部14 a、14 bの外側面に各圧電／電歪素子12 a、12 bを接着することにより、第3圧電／電歪デバイス10 cが形成されている。

【0061】第3圧電／電歪デバイス10 cは、第2圧電／電歪デバイス10 bとは同一の機能を有するとともに、略同様の作用効果を奏するものであるが、特に、各可動部14 a、14 bがその中間部に長手方向に延びる薄肉部14 a1、14 b1を具備することから、各可動部14 a、14 bの可動性が一層高く、一層高いデバイス機能を有するものである。

【0062】なお、原板14 Aの薄肉部14 a1、14 b1を形成する手段としては、化学エッチング、マイクロプラスト、イオンミリング等により部分的に肉を除去して厚みを薄くする方法や、研削により切削して厚みを薄くする方法等を探ることができる。また、特殊な手段としては、所定長さの穴を開けた板と穴の無い板を重ねて張り合わせして、穴に対応する部位を薄肉部に形成した板を原板として採用することもできる。

【0063】図1 (d) に示す第4圧電／電歪デバイス10 dは、本発明に係る第2の形式の圧電／電歪デバイスの範疇に属するものである。第4圧電／電歪デバイス10 dは、第1圧電／電歪デバイス10 aとは基体の構成のわずかの部位を異にするが、その他の構成は同じである。

【0064】第4圧電／電歪デバイス10 dは、図10 (b) に示すように、基体15と一対の圧電／電歪素子12 a、12 bからなり、基体15は、細幅で長尺の板状の左右一対の可動部15 a、15 bと、両可動部15

a、15 bを一端部側にて互いに連結する平板状の固定部15 cと、両可動部15 a、15 bを他端部側にて互いに連結する平板状の取付部15 dと、各可動部15 a、15 bの一端部側上縁から固定部15 cの表面に延びて当接する左右一対の補強部15 f、15 gにて構成されている。

【0065】基体15は、各補強部15 f、15 gを具備している点を除けば、基体11と同一に構成されている。また、基体15の原板15 Aは、図9 (a) に示すように、各可動部15 a、15 bを構成することとなる、H形状の開口部15 eの左右の各側部に、その一端部側から外方に延びる補強部15 f、15 gの構成部位を具備して、図9 (b) に示すように2点鎖線L1、L2等に沿って屈曲加工され、図10 (a) に示すように、各可動部15 a、15 bの外側面に各圧電／電歪素子12 a、12 bを接着することにより、第4圧電／電歪デバイス10 dが形成されている。

【0066】第4圧電／電歪デバイス10 dは、第1圧電／電歪デバイス10 aとは同一の機能を有するとともに、略同様の作用効果を奏するものであるが、特に、各補強部15 f、15 gにより固定部15 cを補強しているものである。各補強部15 f、15 gは、固定部15 c上に接着されているが、その接着手段としては、スポット溶接、圧着、かしめ、半田付け、ロウ付け、エポキシ樹脂、UV硬化型樹脂等の接着剤等による接着手段を採用することができる。これらの接着手段のうちでも、スポット溶接が特に好ましい。

【0067】図1 (e) に示す第5圧電／電歪デバイス10 eは、本発明に係る第2の形式の圧電／電歪デバイスの範疇に属するものである。第5圧電／電歪デバイス10 eは、第4圧電／電歪デバイス10 dとは基体の構成のわずかの部位を異にするもので、その他の構成は同じである。

【0068】しかして、第5圧電／電歪デバイス10 eは、図12 (b) に示すように、基体16と一対の圧電／電歪素子12 a、12 bからなるもので、基体16は、細幅で長尺の板状の左右一対の可動部16 a、16 bと、両可動部16 a、16 bを一端部側にて互いに連結する平板状の固定部16 cと、両可動部16 a、16 bを他端部側にて互いに連結する平板状の取付部16 dと、各可動部16 a、16 bの各端部から内向きにフランジ状に屈曲する補強部16 f、16 gにて構成されている。

【0069】基体16は、各補強部16 f、16 gの形状が各補強部15 f、15 gの形状とは異なる点を除けば、基体15と同一に構成されている。また、基体16の原板16 Aは、図11 (a) に示すように、各可動部16 a、16 bを構成することとなる、H形状の開口部16 eの左右の各側部が前後に所定長さ突出しているもので、図11 (a) に示す2点鎖線L1、L2等に沿って

同図(b)に示すように屈曲加工され、図12(a)に示すように、各可動部16a、16bの外側面に各圧電/電歪素子12a、12bを接着することにより、第5圧電/電歪デバイス10eが形成されている。

【0070】なお、第5圧電/電歪デバイス10eにおいては、補強部16f、16gは固定部16cおよび取付部16dとは非接着状態にあるが、固定部16cおよび取付部16d上に接着することが一層好ましい。接着手段としては、スポット溶接、圧着、かしめ、半田付け、ロウ付け、エポキシ樹脂、UV硬化型樹脂等の接着剤等による接着等の手段を採用することができる。これらの接着手段のうちでも、スポット溶接が特に好ましい。

【0071】第5圧電/電歪デバイス10eは、第1圧電/電歪デバイス10aとは同一の機能を有するとともに、略同様の作用効果を奏するものであるが、特に、各補強部16f、16gにより固定部16cおよび取付部16dを補強しているものである。

【0072】図1(f)に示す第6圧電/電歪デバイス10fは、本発明に係る第2の形式の圧電/電歪デバイスの範疇に属するものである。第6圧電/電歪デバイス10fは、第1圧電/電歪デバイス10aとは基体に補強部材を付加した点で異なるが、その他の構成は同じである。

【0073】しかして、第6圧電/電歪デバイス10fは、図14(b)に示すように、基体17と一対の圧電/電歪素子12a、12bからなるもので、基体17は、細幅で長尺の板状の左右一対の可動部17a、17bと、両可動部17a、17bを一端部側にて互いに連結する平板状の固定部17cと、両可動部17a、17bを他端部側にて互いに連結する平板状の取付部17dと、各可動部17a、17bの一端部側間に介装されて固定部17cの表面に接着された板状の補強部材17fにて構成されている。

【0074】基体17の原板17Aは、図13(a)に示すように、基板11の原板11Aと同一形状のもので、図13(b)に示すように、2点鎖線L1、L2に沿って屈曲加工され、図14(a)に示すように、両可動部17a、17bの一端部側間に補強部材17fを固定部17cの表面に接着し、かつ、各可動部17a、17bの外側面に各圧電/電歪素子12a、12bを接着することにより、第6圧電/電歪デバイス10fが形成されている。第6圧電/電歪デバイス10fは、第4圧電/電歪デバイス10dとは同一の機能を有するとともに、略同様の作用効果を奏するものである。

【0075】図1(g)に示す第7圧電/電歪デバイス10gは、本発明に係る第2の形式の圧電/電歪デバイスの範疇に属するものである。第7圧電/電歪デバイス10gは、第1圧電/電歪デバイス10aとは基体の固定部および取付部の形状が異なるが、その他の構成は同

じである。

【0076】第7圧電/電歪デバイス10gは、図16(b)に示すように、基体18と一対の圧電/電歪素子12a、12bからなる。基体18は、細幅で長尺の板状の左右一対の可動部18a、18bと、両可動部18a、18bを一端部側にて互いに連結する平板状の固定部18cと、両可動部18a、18bを他端部側にて互いに連結する平板状の取付部18dにて構成されている。固定部18cは、両可動部18a、18bの一端部側から所定長さ突出し、かつ、取付部18dは、両可動部18a、18bの他端部側から所定長さ突出している。従って、固定部18cおよび取付部18dは、第1圧電/電歪デバイス10aの基体11における固定部11cおよび取付部11dより拡大されていて、大きな面積を確保している。

【0077】基体18は、固定部18cおよび取付部18dの面積が拡大されている点を除けば、基体11と同一に構成されている。また、基体18の原板18Aは、図15(a)に示すように、固定部18cおよび取付部18dを構成することとなる、H形状の開口部18eの前後の部位が前後に所定長さ突出しているもので、図15(b)に示すように2点鎖線L1、L2に沿って屈曲加工され、図16(a)に示すように、各可動部18a、18bの外側面に各圧電/電歪素子12a、12bを接着することにより、第7圧電/電歪デバイス10gが形成されている。

【0078】第7圧電/電歪デバイス10gは、第1圧電/電歪デバイス10aとは同一の機能を有するとともに、略同様の作用効果を奏するものであるが、特に、固定部18cおよび取付部18dを拡大して、サスペンションのジンバルへの接着面積の拡大、および、ハードディスクドライブの磁気ヘッド等の被制御部品に対する接着面積の拡大を図ることができる。

【0079】図1(h)に示す第8圧電/電歪デバイス20aは、本発明に係る第1の形式の圧電/電歪デバイスの範疇に属するものである。第8圧電/電歪デバイス20aは、第1圧電/電歪デバイス10aとは基体の構成を大きく異にするものである。

【0080】しかして、第8圧電/電歪デバイス20aは図18(b)に示すように、基体21と一対の圧電/電歪素子22a、22bからなるもので、基体21は、細幅で長尺の板状の左右一対の可動部21a、21bと、両可動部21a、21bを一端部側にて互いに連結する平板状の固定部21cにて構成されている。但し、両可動部21a、21bの他端部側には、取付部は具備していない。

【0081】当該基体21の原板21Aは、図17(a)に示すように、平板を打抜き加工して門形状の開口部21dを形成されているものである。開口部21dは、平板の左右の側部にて前後両端部側に延びる一対

の直線状の側方溝部21d1、21d2と、これら両溝部21d1、21d2間の他端部側を切欠いた開口部位21d3を備えた形状のものである。基体21は、原板21Aの左右の各側部を、各側方溝部21d1、21d2にて、同図(b)に示すように、同溝部21d1、21d2の幅の中心をその長手方向に延びる中心線L1、L2に沿って直角に屈曲加工することにより形成されている。原板21Aの左右の各側部をこのように屈曲加工することにより、各側方溝部21d1、21d2の側縁部位が各可動部21a、21bに形成されるとともに、両側方溝部21d1、21d2間の部位が固定部21cに形成される。

【0082】このように、原板21Aにより一体に構成された基体21には、図18(a)に示すように、その各可動部21a、21bの外側面に圧電／電歪素子22a、22bを接着剤を介して接着されて、同図(b)に示す圧電／電歪デバイス20aが形成される。形成された圧電／電歪デバイス20aは、両可動部21a、21bの他端部側の間に磁気ヘッド等の被制御部品を接着した状態で使用されて、従来のこの種形式の圧電／電歪デバイスと同様に機能するものであるが、基体21が1枚の原板21Aによって一体的に構成されていることから、下記のごとき作用効果を奏するものである。

【0083】すなわち、第8圧電／電歪デバイス20aにおいては、基体21が原板21Aからなる一体構造のもので1個の構成部品で構成されていることから、構成部品は基体21と圧電／電歪素子22a、22bの2種類となり、圧電／電歪デバイス20の構成部品を大幅に低減できるとともに、構成部品の組付工数を低減でき、コストを大幅に軽減することができる。

【0084】また、第8圧電／電歪デバイス20aにおいては、構成部品の部品点数が極めて少なく、各構成部品同士の接着部位も極めて少ないことから、各構成部品同士の接着のバラツキが皆無またはほとんどなくて、設定された精度の高いデバイス特性を有するものとなる。

【0085】また、第8圧電／電歪デバイス20aにおいては、その形成にあたっては、従来のごとくデバイス原盤を多数の部位にて切断する手段を採ることがなく、デバイス原盤の切断時に発生する塵埃、その他の汚染物の付着に起因する汚染がない。このため、第8圧電／電歪デバイス20の組立てに際して、予め、基体21および圧電／電歪素子22a、22bを洗浄しておけば、組立てられた圧電／電歪デバイス20aは汚染が皆無またはほとんど無くて、圧電／電歪デバイス20aの洗浄を省略することができ、または、簡単に済ますことができるという大きな利点がある。

【0086】第8圧電／電歪デバイス20aに対する被制御部品等の取付けは、両可動部21a、21bの先端側内面21a1、21b1に接着剤を介して固定すること

によって行われる。この場合、当該圧電／電歪デバイス20aの変形例である後述する圧電／電歪デバイス20cを示す図19を参照すれば明らかなように、デバイス20aの高さH1が被制御部品の高さH2より低いときには、デバイス20aと被制御部品を組立した状態での高さH3は、被制御部品の高さH2と同じ(H3=H2)になってデバイス20aの高さH1を無視することができ、本発明の他の形態の圧電／電歪デバイスと比較して、さらに省スペース化をすることができる利点がある。

【0087】なお、当該組立構造では、被制御部品を両可動部21a、21bで挟む構造であるため、両可動部21a、21bにおける先端側内面21a1、21b1の間隔を、被制御部品の幅と介在させる接着剤層の厚みを含めた幅寸法と同等に設定しておく必要がある。これを怠ると、両可動部21a、21bの先端側内面21a1、21b1の間隔が狭すぎる場合には、部品が先端側内面21a1、21b1間に配置できずに組立不能となり、これとは逆に、両可動部21a、21bの先端側内面21a1、21b1の間隔が広すぎる場合には、被制御部品が先端側内面21a1、21b1の両者に接着できずに組立不能となる。

【0088】また、当該組立構造を採る場合、両可動部21a、21bの先端側内面21a1、21b1の間隔を、部品が配置できて先端側内面21a1、21b1の両者に接着できる幅寸法に設定し得たとしても、被制御部品を各先端側内面21a1、21b1に接着させる接着剤層の厚みがばらつくと、両可動部21a、21bの変位共振が変化してデバイス特性にばらつきが生じる原因となる。このため、基体21の形成時の屈曲加工では、高精度のプレス成形手段を採ることにより、高精度に屈曲加工した基体21を大量に作成し得るようにしている。これにより、部品を各先端側内面21a1、21b1に接着させる接着剤層の厚みのばらつきを極力少なくして、デバイス特性のばらつきが極めて小さい品質のものとしている。

【0089】図19には、第8圧電／電歪デバイス20aを変形した第1の変形例である圧電／電歪デバイス20cを示している。当該圧電／電歪デバイス20cは、圧電／電歪デバイス20aとは基本構成を同じくするもので、可動部21a、21bの先端部が内側に折曲げられている点でのみ、圧電／電歪デバイス20aとは構成を異にしている。すなわち、各可動部21a、21bは、先端部に折曲部21a2、21b2を有するものである。各折曲部21a2、21b2は、可動部21a、21bの先端部を内側へほぼ180度折曲げられて形成されているもので、折曲部21a2、21b2の内側面は互いに対向していて、これら両内側面が被制御部品Hの取付部位となっている。被制御部品Hは、適宜の接着剤を介して折曲部21a2、21b2の内側面に接着して取付けられる。

【0090】なお、当該圧電／電歪デバイス20cのその他の構成は圧電／電歪デバイス20aと同じであるため、同一の構成部材および同一の構成部位については同一の符号を付して、その詳細な説明を省略する。

【0091】しかして、当該圧電／電歪デバイス20cにおいては、被制御部品Hに対する接着長さおよび接着面積を、両折曲部21a2、21b2により規定することができ、個々のデバイス間での被制御部品Hの接着長さおよび接着面積のばらつきを効果的に解消することができる。これにより、被制御部品Hの接着長さおよび接着面積のばらつきを起因する、デバイス個々の変位共振の値のばらつきを解消することができる。

【0092】なお、当該圧電／電歪デバイス20cにおいては、第8圧電／電歪デバイス20aの作用効果で述べているように、デバイス20cの高さH1が被制御部品の高さH2より低いため、デバイス20cに被制御部品Hを取付けた状態での高さH3は、被制御部品の高さH2と同じ（H3=H2）になってデバイス20の高さH1を無視することができ、本発明の他の形態の圧電／電歪デバイスと比較して、さらに省スペース化をすることができる利点がある。

【0093】図20には、第8圧電／電歪デバイス20aを変形した第2の変形例である圧電／電歪デバイス20dを示している。当該圧電／電歪デバイス20dは、圧電／電歪デバイス20aとは基本構成を同じくするもので、可動部21a、21bが段付きの細帯状板に形成されており、可動部21a、21bの先端部が主体部よりわずかに内側に偏倚した屈折部21a3、21b3となっている。可動部21a、21bの屈折部21a3、21b3は互いに対向して位置していて、圧電／電歪デバイス20cにおける両折曲部21a2、21b2と同様に、これらの屈折部21a3、21b3の両内側面が被制御部品Hの取付部位となっている。被制御部品Hは、適宜の接着剤を介して屈折部21a3、21b3の内側面に接着して取付けられている。従って、当該圧電／電歪デバイス20dは、圧電／電歪デバイス20cと同様に機能して、同様の作用効果を奏するものである。

【0094】なお、当該圧電／電歪デバイス20dのその他の構成は、圧電／電歪デバイス20cと同じ構成であるため、圧電／電歪デバイス20cと同一の構成部材および同一の構成部位は、圧電／電歪デバイス20cと同一の符号を付してその詳細な説明を省略する。

【0095】図1(i)に示す第9圧電／電歪デバイス20bは、本発明に係る第2の形式の圧電／電歪デバイスの範疇に属するものである。第9圧電／電歪デバイス20bは、第1圧電／電歪デバイス10aとは基体の構成を大きく異にするものである。

【0096】しかして、第9圧電／電歪デバイス20bは、図22(b)に示すように、基体23と一対の圧電／電歪素子22a、22bからなるもので、基体23

は、細幅で長尺の板状の左右一対の可動部23a、23bと、両可動部23a、23bを一端部側にて互いに連結する平板状で細幅の固定部23cと、両可動部23a、23bを他端部側にて互いに連結する平板状で細幅の取付部23dにて構成されている。

【0097】当該基体23の原板23Aは、図21(a)に示すように、平板を打抜き加工して略正方形の開口部23eを形成されているものである。基体23は、原板23Aの左右の各側部を、開口部23eの各開口縁部にて、同図(b)に示すように、同開口縁部に沿って長手方向に延びる中心線L1、L2に沿って直角に屈曲することにより形成されている。原板23Aの左右の各側部をこのように屈曲加工することにより、各開口縁部の側縁部位が各可動部23a、23bに形成されるとともに、両開口縁部の側縁部位間が固定部23cおよび取付部23dに形成されている。

【0098】このように、原板23Aにて一体に構成された基体23には、図22(a)に示すように、その各可動部23a、23bの外側面に圧電／電歪素子22a、22bを接着剤を介して接着されて、同図(b)に示す圧電／電歪デバイス20bが形成される。組立てられた圧電／電歪デバイス20bは、従来のこの種形式の圧電／電歪デバイスと同様に機能するものであるが、基体23が1枚の原板23Aによって一体的に構成されていることから、第1圧電／電歪デバイス10aおよび第8圧電／電歪デバイス20aと同様の作用効果を奏するものである。

【0099】当該第9圧電／電歪デバイス20bは、固定部23cおよび取付部23dが小さくてアクチュエータや被制御部品に対する接着面積が小さいが、たとえば、スポット溶接のように小さい接着面積で部品を強固に接合できる手段を採ることができる場合には、大きい固定部や取付部は余計な重り（質量）として作用することになる。当該第9圧電／電歪デバイス20bは、この点で他の圧電／電歪デバイス10a～10gとは相違し、余計な質量が無い分、共振周波数を高く設定することができ、アクチュエータの動作を高速化することができる利点がある。

【0100】上記した各実施形態に係る圧電／電歪デバイス10a～10g、20a～20dにおいては、各基体11～18、21、23を形成する原板として採用している打抜き構造体では、各開口部11e～18e、21d、23eを、打抜き加工時に同時に打抜いて形成しているが、これらの原板の各開口部11e～18e、21d、23eについては、所定形状に打抜かれた原板を打抜き手段以外の手段、例えば、レーザー加工、放電加工、ドリル加工、超音波加工、エッチング等の穴開け加工手段にて形成するようにすることができる。これらの穴開け加工手段においては、エッチング以外の手段では、穴加工端面にバリが発生する場合があるが、バリは

エッチング処理やブラスト処理にて簡単に除去することができる。

【0101】また、各圧電／電歪デバイス10a～10g、20a～20dの基体11、13～18、21、23を構成する可動部11a、11b…の折曲げ角度は、固定部11c…および取付部11d…に対してほぼ垂直とすることが好ましく、交差角度は 90 ± 10 度、好ましくは 90 ± 5 度、より好ましくは 90 ± 1 度とする。可動部11a、11b…の折曲げ角度が 90 度からずれると、煽り方向の変位が大きくなる。なお、上記した符号…は、対応する部位の他の符号を省略したことを意味するもので、記載を簡略にするため使用している。

【0102】屈曲加工されて形成された基体11～18、21、23については、洗剤、有機溶剤等を使用する超音波洗浄に付することが好ましい。超音波洗浄においては、パワーを強くしても基体が破壊するようなことがないため、パワーの強い超音波洗浄により汚れを簡単に除去することができる。

【0103】また、各圧電／電歪デバイス10a～10g、20a～20dでは、基体と圧電／電歪素子をそれぞれ別体に形成して、各圧電／電歪素子を基体の可動部に接着することにより構成しているが、本発明に係る圧電／電歪デバイスにおいては、基体に形成する前の原板の可動部となる部位、または、基体の可動部に、圧電／電歪層および電極をスパッタ、CVD、MBE等の手段で成膜したり、ゾルゲル法にて成膜することにより、圧電／電歪素子を基体に直接形成するようにすることができる。

【0104】上記した各実施形態に係る圧電／電歪デバイス10a～10g、20a～20dを構成する圧電／電歪素子12a、12b、22a、22bは、圧電／電歪層とこれに電界を印加するための一対の電極を備えるもので、ユニモルフ型、バイモルフ型等の圧電／電歪素子である。なかでも、ユニモルフ型の圧電／電歪素子は、派生する変位の安定性に優れ、かつ、軽量化にとって有利であることから、圧電／電歪デバイスの構成部品として適している。

【0105】図23および図24には、圧電／電歪デバイス10a～10g、20a～20dを構成する圧電／電歪素子12a、12b、22a、22bに好適に採用される数例の圧電／電歪素子31～34を示している。

【0106】図23(a)に示す圧電／電歪素子31は、圧電／電歪層が1層である1層構造のもので、圧電／電歪層31a、上下一対の第1、第2電極31b、31c、および、一対の端子31d、31eにて構成されている。同図(b)に示す圧電／電歪素子32は、圧電／電歪層が2層である2層構造のもので、圧電／電歪層32a、32b、両圧電／電歪層32a、32b間に介在する第1電極32c、両圧電／電歪層32a、32bの外側面を包囲する第2電極32d、および、一対の端

子32e、32fにて構成されている。

【0107】また、図24に示す圧電／電歪素子33、34は、圧電／電歪層が4層である4層構造のものである。同図(a)に示す圧電／電歪素子33は、圧電／電歪層33a、33b、33c、33d、これらの両圧電／電歪層間に介在し包囲する第1、第2電極33e、33f、および、一対の端子33g、33hにて構成されている。また、同図(b)に示す圧電／電歪素子34は、圧電／電歪素子33とは端子の配設部位を異にするもので、圧電／電歪層34a、34b、34c、34d、これらの両圧電／電歪層間に介在し包囲する第1、第2電極34e、34f、および、一対の端子34g、34hにて構成されている。

【0108】これらの各圧電／電歪素子31～34は、各圧電／電歪デバイスの圧電／電歪素子12a、12b、22a、22bとして、圧電／電歪デバイスの用途に応じて適宜採用されるものである。

【0109】各圧電／電歪素子31～34を構成する圧電／電歪層には圧電セラミックスが用いられるが、電歪セラミックス、強誘電セラミックス、反強誘電セラミックス等を用いることも可能である。但し、圧電／電歪デバイスをハードディスクドライブの磁気ヘッド位置決め等に使用する場合には、取付部の変位量と駆動電圧または出力電圧とのリニアリティが重要であることから、歪み履歴の小さい材料を用いることが好ましい。抗電界が 10 kV/mm 以下の材料を用いることが好ましい。

【0110】圧電／電歪層を形成するための材料としては、具体的には、ジルコン酸鉛、チタン酸鉛、マグネシウムニオブ酸鉛、亜鉛ニオブ酸鉛、マンガンニオブ酸鉛、アンチモンスズ酸鉛、マンガンタングステン酸鉛、コバルトニオブ酸鉛、チタン酸バリウム、チタン酸ナトリウムビスマス、ニオブ酸カリウムナトリウム、タンタル酸ストロンチウムビスマス等の単独、または、これらの適宜の混合物等を挙げることができる。特に、ジルコン酸鉛、チタン酸鉛、マグネシウムニオブ酸鉛を主成分とする材料、または、チタン酸ナトリウムビスマスの主成分とする材料が好適である。

【0111】圧電／電歪層を形成するための材料には、適宜の材料を添加して、圧電／電歪層の特性を調整することができる。添加材としては、ランタン、カルシウム、ストロンチウム、モリブデン、タングステン、バリウム、ニオブ、亜鉛、ニッケル、マンガン、セシウム、カドミウム、クロム、コバルト、アンチモン、鉄、イットリウム、タンタル、リチウム、ビスマス、スズ等の酸化物、または、最終的に酸化物となる材料の単独、もしくは、これらの適宜の混合物等を挙げることができる。

【0112】例えば、主成分であるジルコン酸鉛、チタン酸鉛、マグネシウムニオブ酸鉛等に、ランタンやストロンチウムを含有させることにより、抗電界や圧電特性を調整し得る利点がある。なお、シリカ等のガラス化し

易い材料の添加は避けるべきである。何故ならば、シリカ等のガラス化し易い材料は、圧電／電歪層の熱処理時に圧電／電歪層と反応し易く、その組成を変化させて圧電特性を劣化させるからである。

【0113】各圧電／電歪素子31～34を構成する電極は、室温で固体であって、導電性に優れた金属材料で形成されることが好ましい。金属材料としては、アルミニウム、チタン、クロム、鉄、コバルト、ニッケル、銅、亜鉛、ニオブ、モリブデン、ルテニウム、パラジウム、ロジウム、銀、スズ、タンタル、タングステン、イリジウム、白金、金、鉛等の金属の単体、または、これら金属の合金等を挙げることができる。また、これらの金属材料に圧電／電歪層と同じ材料または異なる材料のセラミックスを分散させてなるサメット材料を用いることもできる。

【0114】各圧電／電歪素子31～34は、圧電／電歪層と各電極を互いに積層した状態で、一体的に焼成することにより形成することが好ましい。この場合には、電極としては、白金、パラジウム、またはこれらの合金等の高融点金属材料からなるもの、高融点金属材料と圧電／電歪層の形成材料や他のセラミックス材料との混合物であるサメット材料からなる電極を採用することが好ましい。電極の厚みは、圧電／電歪素子の変位に影響を及ぼす要因になることから、極力薄い薄膜状であることが好ましい。このため、圧電／電歪層と一体に焼成されて形成される電極が極力薄い薄膜状となるためには、電極を形成する材料は金属ペースト、例えば金レジネートペースト、白金レジネートペースト、銀レジネートペースト等の形態で使用する事が好ましい。

【0115】各圧電／電歪素子31～34の厚みは、各実施形態の圧電／電歪デバイスの圧電／電歪素子12a、12b、22a、22bとして使用する場合に、 $40\mu\text{m} \sim 180\mu\text{m}$ の範囲が好ましい。厚みが $40\mu\text{m}$ 未満である場合には、取扱い中に破損し易く、また、厚みが $180\mu\text{m}$ を越える場合には、デバイスの小型化が困難となる。また、圧電／電歪素子は、圧電／電歪素子33、34のごとく多層構造とすることによりその出力を増加させて、デバイスの変位の拡大を図ることができる。また、圧電／電歪素子を多層構造とすることにより、デバイスの剛性が向上することから、デバイスの共振周波数が高くなって、デバイスの変位動作を高速化できる利点がある。

【0116】各圧電／電歪素子31～34は、圧電／電歪層と電極を印刷またはテープ成形により積層して焼成してなる大面積の原板を、ダイサー、スライサー、ワイヤーソウ等により所定寸法に多数個切出す手段で作成される。圧電／電歪素子31～34は、公知のセラミックス基体に比較して薄くて硬度が低いため、原板の切削速度を速く設定できて高速で大量に加工処理できる。

【0117】各圧電／電歪素子31～34は、単純な板

状構造であって取扱いが容易であり、また、表面積が小さいため汚れの付着量が少なくて汚れを除去し易い。但し、圧電／電歪素子は、セラミックス材料を主体とすることから、超音波洗浄では、適切な洗浄条件を設定する必要がある。原板から切出された圧電／電歪素子においては、US洗浄で精密洗浄した後、大気中、 $100^\circ\text{C} \sim 1000^\circ\text{C}$ で熱処理することにより、セラミックス材料の微細な気孔に入り込んでいる水分と有機物を完全に除去するようにすることが好ましい。

【0118】各実施形態に係る圧電／電歪デバイス10a～10g、20a～20dを構成する圧電／電歪素子12a、12b、22a、22bとして、各圧電／電歪素子31～34を採用する場合、各圧電／電歪素子31～34の基体に対する接着手段としては、エポキシ樹脂、UV樹脂、ホットメルト接着剤等の樹脂系接着剤や、ガラス、セメント、半田、ロウ材等の無機系の接着剤を使用することが好ましく、また、樹脂系接着剤に金属粉末やセラミックス粉末を混合したものを使用することもできる。接着剤の硬度はショアDで80以上が好ましい。

【0119】なお、基体における圧電／電歪素子が接着される表面の部位には、予め、ブラスト、エッチング、めっき等の粗面加工を施しておくことが好ましい。接着部位の表面粗さを $R_a = 0.1\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ 程度にすることにより、接着面積を広げて接着強度を向上させることができる。この場合、圧電／電歪素子側の接着部位の表面も粗い方が好ましい。電極を基体とは導通させたくない場合には、最下層の圧電／電歪層の表面に電極を配置しないようにする。

【0120】接着剤として、半田、ロウ材を用いる場合には、濡れ性をよくするために、圧電／電歪素子の表面に金属材料の電極層を配置することが好ましい。接着剤の厚みは、 $1\mu\text{m} \sim 50\mu\text{m}$ の範囲であることが好ましい。接着剤の厚みは、薄い方がデバイスの変位および共振特性のばらつきを減らす点、および省スペース化の点で好ましいが、接着強度、変位、共振等の特性を確保するためには、採用する接着剤毎に最適の厚みを設定するようにする。

【0121】基体に圧電／電歪素子を接着する際には、圧電／電歪素子の電極が基体の固定部側となるようにして、圧電／電歪素子が固定部の屈曲位置に完全にかかるように接着する。圧電／電歪素子は、基体の固定部側の端部と一致させて接着することが好ましいが、圧電／電歪素子の端子と外部端子との接続を容易にするために、圧電／電歪素子を基体の端部から外方へ突出させて接着してもよい。但し、圧電／電歪素子は、金属製である基体に比較して破損し易いので、取扱いに注意が必要である。

【0122】図25は、本発明に係る第2の形式の圧電／電歪デバイスの範疇に属する第1圧電／電歪デバイス

10aにおいて、各圧電／電歪素子12a, 12bとして圧電／電歪素子34を採用した例を示している。以下では、当該実施形態の第1圧電／電歪デバイス10aを本発明に係る圧電／電歪デバイスの基本構成を有する代表例として、本発明に係る圧電／電歪デバイスの構成、動作、作用効果等を、当該第1圧電／電歪デバイス10aに基づいて詳細に説明する。

【0123】当該圧電／電歪デバイス10aにおいて、圧電／電歪素子34の一部が基体11の固定部11cに位置する場合、図26に示すように、一対の可動部11a, 11bにおける取付部11dとの境界部と固定部11cとの境界部間の最短距離を L_a とし、取付部11dと可動部12a, 12bとの境界部分から圧電／電歪素子34の各電極34e, 34fのいずれかの端部までの短い方の距離を L_b とすると、 $(1-L_b/L_a)$ が0.4以上であることが好ましく、一層好ましくは0.5~0.8である。この値が0.4未満である場合には、デバイスの変位を大きくとれない。この値が0.5~0.8である場合には、デバイスの変位と共振の両立を達成し易い。この場合、可動部12a, 12bの一方にのみ、圧電／電歪素子34を接着する構成を採ること

もでき、より好ましい実施形態といえることができる。なお、圧電／電歪素子34の一部が取付部11dの一部に位置する場合も同様である。

【0124】当該圧電／電歪デバイス10aにおいて、両圧電／電歪素子34の各電極34e, 34fへの電圧の印加は、各端子34g, 34hを通して行われる。各端子34g, 34hの位置は、一方の電極34eに対する端子34gが固定部11cの後ろよりに形成され、他方の電極34hに対する端子34hは固定部11cの内

壁よりに形成されている。いずれかの端子34g, 34hは、基体11と導通させることで、基体11のアースと共有させて省略することができる。接着する圧電／電歪素子34の幅は、基体11の接着部(可動部11a, 11bの接着部位)の幅と同一である必要はなく、異なっている場合でもデバイスの機能上何問題はない。

【0125】当該圧電／電歪デバイス10aは、例えば、基体11を板厚40 μ mのSUS304で形成されて、全長1.9mm、全幅1.5mmの大きさに形成される。圧電／電歪素子12a, 12bとして採用している圧電／電歪素子34は、PZTを使用した4層構造体であって、圧電／電歪層34a~34dの1層の厚みが15 μ m、各電極34e, 34fは3 μ mの白金、各端子34g, 34hは金ペーストからなる薄膜である。各圧電／電歪素子34は、1液の熱硬化エポキシ樹脂接着剤で各可動部11a, 11bの外側面に接着される。

【0126】このような大きさに構成した当該圧電／電歪デバイス10aにおいては、圧電／電歪素子34を駆動電圧 20 ± 20 Vの1 kHzの正弦波で駆動させた場合の取付部11dの変位を測定したところ、 $\pm 1.5 \mu$

mであった。また、正弦波電圧 ± 0.5 Vとして周波数を掃引して変位の最大値を示す共振周波数を測定したところ、45 kHzであった。

【0127】次に、本発明に係る圧電／電歪デバイスの動作を、上記した第1圧電／電歪デバイス10aに基づいて説明する。

【0128】当該圧電／電歪デバイス10aにおいて、各圧電／電歪素子12a, 12b(34)に電圧が印加されていない非作動時には図26に示す状態にあり、圧電／電歪デバイス10aの長軸m(固定部11cの長軸)と取付部11dの中心軸nとはほぼ一致している。この状態で、例えば、図27(a)の波形図に示すように、一方の圧電／電歪素子12bにおける一対の電極34e, 34fに所定のバイアス電位 V_b を有するサイン波 W_b をかけ、同図(b)に示すように、他方の圧電／電歪素子12aにおける一対の電極34e, 34fに、前記サイン波 W_b とはほぼ180度位相の異なるサイン波 W_a をかける。

【0129】しかして、一方の圧電／電歪素子12bにおける一対の電極34e, 34fに対して、例えば、最大値の電圧が印加された段階では、一方の圧電／電歪素子12bにおける圧電／電歪層34a~34dは、その主面方向に収縮変位する。

【0130】これにより、当該圧電／電歪デバイス10aにおいては、例えば図28に示すように、一方の可動部11bに対して図示右方向(矢印A方向)に撓ませる応力が発生することから、可動部11bは同方向に撓む。この場合、他方の圧電／電歪素子12aにおける一対の電極34e, 34fは、電圧が印加されない状態になるため、他方の可動部11aは一方の可動部11bの撓みに追従して、可動部11bと同方向へ撓む。この結果、両可動部11a, 11bは、圧電／電歪デバイス10aの長軸mに対して、図示右方向へ変位する。この変位の変位量は、各圧電／電歪素子12a, 12bに対する印加電圧の最大値に応じて変化する。電圧の最大値が大きくなるほど、変位量は大きくなる。

【0131】特に、圧電／電歪素子34を構成する圧電／電歪層34a~34dの構成材料として、高い抗電界を有する圧電／電歪材料を採用した場合には、図27

(a), (b)の2点鎖線の波形に示すように、最小値のレベルがわずかに負のレベルとなるように、前記バイアス電位を調整するようにしてもよい。この場合、負のレベルのバイアス電位が印加されている圧電／電歪素子、例えば、他方の圧電／電歪素子12aの駆動によって、例えば、他方の可動部11aに一方の可動部11bの撓み方向と同方向の応力が発生し、取付部11dの変位量をより大きくすることが可能となる。換言すれば、図27(a), (b)におけるの2点鎖線で示す波形を使用することにより、負のレベルのバイアス電位が印加されている圧電／電歪素子12a, 12bは、変位動作

の主体となっている圧電／電歪素子12b, 12aをサポートするという機能を持たせることができる。

【0132】このように、当該圧電／電歪デバイス10aにおいては、圧電／電歪素子12a, 12bの微小な変位が、両可動部11a, 11bの撓みを利用して大きな変位動作に増幅されて両可動部11a, 11bに伝達されることになるため、取付部11dは、圧電／電歪デバイス10aの長軸mに対して大きく変位させることが可能となる。

【0133】当該圧電／電歪デバイス10aにおいては、その機能を一層確実に発揮させるためには、下記のごとく配慮することが好ましい。すなわち、取付部11dの変位動作を確実なものとするために、圧電／電歪素子12a, 12bの実質的駆動部分Lcが固定部11cまたは取付部11dにかかる距離Ldを、可動部11a, 11bの厚みbの1/2以上とすることが好ましい。また、可動部11a, 11bの内壁間の距離c（X軸方向の距離）と可動部11a, 11bの幅d（Y軸方向の距離）との比 c/d が0.5~2.0となるように構成する。当該比 c/d は、好ましくは1~1.5であり、さらに好ましくは1~1.0である。当該比 c/d の規定値は、取付部11dの変位量を大きくし、X軸-Z軸平面内での変位を支配的に得られることを知得したことに基づく規定である。

【0134】全長e0の可動部11a, 11bにおける実質的な可動長さe（Z軸方向の距離）と、可動部11a, 11bの内壁間の距離cとの比 e/c は、好ましくは0.5~1.0であり、さらに好ましくは0.5~5である。取付部11dと可動部11a, 11bとの連結部の長さf1（Z軸方向の距離）、固定部11cと可動部11a, 11bとの連結部の長さf2（Z軸方向の距離）は、短いことが好ましい。取付部11dを短くすることにより、デバイスの軽量化と共振周波数の増大を図ることができる。しかしながら、取付部11dのX軸方向の剛性を確保して、その変位を確実なものとするには、可動部11a, 11bの厚みbとの比 $f1/b$, $f2/b$ を2以上、好ましくは5以上とすることが好ましい。また、基体11の屈曲位置L1から可動部12aまでの距離e1x、L1から固定部11cまたは取付部11dまでの距離e1yは、 $(e1x/b) > 1$, $(e1y/b) > 1$ であって、それぞれ2以上であることが好ましい。

【0135】当該圧電／電歪デバイス10aの各部位の実寸法は、部品を取付けるための取付部11dの接着面積、固定部11cを他の部材へ取付けるための接着面積、電極用の端子等の取付けのための接着面積、デバイス全体の強度、耐久性、必要な変位量および共振性、駆動電圧等を考慮して設定することが肝要である。

【0136】具体的には、例えば、可動部11a, 11bの内壁間の距離cは、好ましくは100μm~200

0μm、さらに好ましくは200μm~1600μmである。可動部11a, 11bの幅dは、好ましくは50μm~2000μm、さらに好ましくは100μm~500μmである。可動部11a, 11bの厚みbは、Y軸方向への変位成分である煽り変位が効果的に抑制できるように、可動部11a, 11bの幅dとの関係が $d > b$ であって、好ましくは2μm~300μm、さらに好ましくは10μm~80μmである。

【0137】可動部11a, 11bにおける実質的な可動長さeは、好ましくは200μm~3000μm、さらに好ましくは300μm~2000μmである。取付部11dと可動部11a, 11bとの連結長さf1、固定部11cと可動部11a, 11bとの連結長さf2は、好ましくは50μm~2000μm、さらに好ましくは100μm~1000μmである。

【0138】基体11の屈曲位置L1から可動部12aまでの距離e1xは、好ましくは1μm~300μm、さらに好ましくは5μm~80μmである。また、基体11の屈曲位置L1から固定部11cまたは取付部11dまでの距離e1yは、好ましくは1μm~1000μm、好ましくは5μm~500μmである。なお、基体11の屈曲位置L2から可動部12aまでの距離（距離e1xに対応する距離）、および、基体11の屈曲位置L2から固定部11cまたは取付部11dまでの距離（距離e1yに対応する距離）は、距離e1xおよび距離e1yと同様である。

【0139】当該圧電／電歪デバイス10aをこのように構成することにより、X軸方向の変位に対するY軸方向の変位を10%を超えないようにすることができる。上記した寸法比率と実寸法の範囲内で適宜設定することにより低電圧での駆動が可能であり、X軸方向の変位に対するY軸方向の変位を5%以下に抑制し得るという優れた効果を奏する。換言すれば、取付部11dは、実質的にX軸方向の1軸方向に変位することになって、高速応答性に優れ、低電圧で大きな変位が得られるという優れた特性を有する。

【0140】また、当該圧電／電歪デバイス10aにおいては、その主要構成部材である基体11が特有の形状を呈していて、可動部11a, 11bが固定部11cおよび取付部11dに対してほぼ直交状態にあって、リブのごとく機能するため、デバイスのY軸方向の剛性を高く設定することができる。このため、当該圧電／電歪デバイス10aにおいては、取付部11dの動作を平面内（X軸-Z軸平面内）のみに選択的に発生させることができ、取付部11dのY軸-Z軸平面内での動作、所謂、煽り方向の動作を抑制することができる。

【0141】なお、本発明に係るデバイスにおいては、基体の固定部と取付部の形状を工夫することにより、ハードディスクドライブのサスペンションのジンバルと、デバイスの基体を一体化することも可能である。

【0142】なお、図29および図30には、第1圧電／電歪デバイス10aの2つの変形例を示している。これらの両変形例に係る圧電／電歪デバイス10a1、10a2は、基本的には、第1圧電／電歪デバイス10aと同一構成であるが、圧電／電歪デバイス10a1においては、基体11の固定部11cおよび取付部11dのほぼ中央部に、円形状の窪み部11c1、11d1がプレス成形にて形成されており、また、圧電／電歪デバイス10a2においては、基体11の固定部11cおよび取付部11dのほぼ中央部に、円形状の貫通穴11c2、11d2が打ち抜き加工にて形成されている。

【0143】圧電／電歪デバイス10a1においては、基体11の固定部11cおよび取付部11dに設けた窪み部11c1、11d1は、固定部11cおよび取付部11dに取付けられる部品を接着するための接着剤を収容すべく機能するもので、窪み部11c1、11d1に収容された接着剤により部品に対する接着強度を増加させることができるとともに、接着剤の接着部位からのはみ出しを防止することができる。

【0144】また、圧電／電歪デバイス10a2においては、基体11の固定部11cおよび取付部11dに設けた貫通穴11c2、11d2は、固定部11cおよび取付部11dへの部品の組立（接着）の際の位置決め基準として機能するもので、後工程での組立精度を向上させて、製品の歩留まりを向上させることができる。

【0145】図1(j)、(k)に示す第10圧電／電歪デバイス20e、第11圧電／電歪デバイス20fは、本発明に係る第3の形式の圧電／電歪デバイスの範疇に属する圧電／電歪デバイスである。これらの各圧電／電歪デバイス20e、20fは、図31および図32に示すように、左右一対の可動部、これら両可動部を一端部側にて互いに連結する固定部、これら両可動部を他端部側にて互いに連結して前記固定部とは互いに分離している取付部、および、取付部と一体で取付部、各可動部および固定部を包囲する連結部を有する基体と、同基体の両可動部の少なくとも一方の側面に配設した圧電／電歪素子を具備することを基本構成とするものであり、他の各実施形態の圧電／電歪デバイスとは、基体の構成を大きく異にするものである。

【0146】図31に示す第10圧電／電歪デバイス20eを構成する基体24は、左右一対の可動部24a、24b、両可動部24a、24bを一端部側にて互いに連結する固定部24c、両可動部24a、24bを他端部側にて互いに連結する取付部24d、および、取付部24dと一体の連結部24eを具備している。

【0147】当該基体24は、第7圧電／電歪デバイス10gを構成する基体18に連結部が付加されている形状のものであって、基体24の連結部24eは、中央部に方形の開口部24f1を有する平板状を呈していて、開口部24f1内に、可動部24a、24b、固定部2

4cおよび取付部24dが一体の状態で位置している。当該連結部24eにおいては、基体24の主要構成部位を包囲していて、連結部24eの両側縁部24e1、24e2がバネ機能を有している。

【0148】基体24の原板24Aは、図32(a)に示すように、連結部24eを構成することとなる方形の開口部24f1と、可動部24a、24b、固定部24cおよび取付部24dを一体に構成することとなる門形状の開口部24f2を有するもので、同図(a)に示す2点鎖線L1、L2に沿って屈曲加工することにより、同図(b)に示す基体24が形成される。このように形成された基体24には、各可動部24a、24bの外側面に各圧電／電歪素子22a、22bを接着することにより、図31に示す第10圧電／電歪デバイス20eが形成される。

【0149】当該第10圧電／電歪デバイス20eは、第7圧電／電歪デバイス10gとは同一の機能を有するとともに、略同様の作用効果を奏するものであるが、特に、バネ機能を有する連結部24eを一体に具備していることから、当該連結部24eを、ハードディスクドライブを構成するサスペンションのジンバルとして機能させることができる。換言すれば、当該基体24は、ジンバルの機能を併せて有するものである。

【0150】図33に示す第11圧電／電歪デバイス20fを構成する基体25は、左右一対の可動部25a、25b、両可動部25a、25bを一端部側にて互いに連結する固定部25c、両可動部25a、25bを他端部側にて互いに連結する取付部25d、および、取付部25dと一体の連結部25eを具備している。

【0151】当該基体25は、第7圧電／電歪デバイス10gを構成する基体18に連結部が付加されている形状のものであって、基体25の連結部25eは、中央部に門形状の開口部25f1を有するとともに、先端部側に一端側が開放された方形の開口部25f2を有する平板状を呈していて、開口部25f2内に、可動部25a、25b、固定部25cおよび取付部25dが一体の状態で位置している。当該連結部25eにおいては、基体25の主要構成部位を包囲していて、連結部25eの外側の両側縁部25e1、25e2、および、内側の両側縁部25e3、25e4がバネ機能を有している。

【0152】基体25の原板25Aは、図34(a)に示すように、連結部25eを構成することとなる門形状の開口部25f1および方形の開口部25f2と、可動部25a、25b、固定部25cおよび取付部25dを一体に構成することとなる門形状の開口部25f3を有するもので、同図(a)に示す2点鎖線L1、L2に沿って屈曲加工することにより、同図(b)に示す基体25が形成される。このように形成された基体25には、各可動部25a、25bの外側面に各圧電／電歪素子22a、22bを接着することにより、図33に示す第11

圧電／電歪デバイス20fが形成される。

【0153】当該第11圧電／電歪デバイス20fは、第7圧電／電歪デバイス10gとは同一の機能を有するとともに、略同様の作用効果を奏するものであるが、特に、バネ機能を有する連結部25eを一体に具備していることから、当該連結部25eを、ハードディスクドライブを構成するサスペンションのジンバルとして機能させることができる。換言すれば、当該基体25は、ジンバルの機能を併せて有するものである。また、当該11圧電／電歪デバイス20fにおいては、第10圧電／電歪デバイス20eと比較してより高いバネ機能を有することから、ジンバルの機能をよりの確に発揮し得る。

【0154】図35は、本発明に係る第3の形式の圧電／電歪デバイスである第10圧電／電歪デバイス20eを搭載したハードディスクドライブ40を示している。当該ハードディスクドライブ40は、サスペンションを備えた公知のもので、ベース41上にはボイスコイル42およびマグネット43を備えていて、ベース41上に設けたアーム44に、第10圧電／電歪デバイス20eを搭載したサスペンション45が取付けられている。なお、符号46は磁気ディスクを示す。

【0155】しかし、当該第10圧電／電歪デバイス20eは、図36に示すように、基体24の固定部24c上に磁気ヘッド47（スライダー）を接着剤を介して固定されていて、基体24の連結部24eにおける取付部24d側の裏面側にて、サスペンション45の裏面側に、スポット溶接等の手段で固定されている。当該第10圧電／電歪デバイス20eのこのような取付構造では、基体24の連結部24eが従来のジンバルの機能を有していて、当該第10圧電／電歪デバイス20eのサスペンション45への搭載には、従来のジンバルの使用を省略できる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る圧電／電歪デバイスである9種類の実施形態を示す斜視図(a)～(i)である

【図2】本発明に係る第2の形式である第1圧電／電歪デバイスの被制御部品を搭載した状態の斜視図である。

【図3】第1圧電／電歪デバイスを構成する基体の原板の斜視図(a)、および同原板を屈曲加工して形成された基体の斜視図(b)である。

【図4】第1圧電／電歪デバイスを組立てる状態を示す斜視図(a)、および組立てられた圧電／電歪デバイスの斜視図(b)である。

【図5】本発明に係る第2の形式である第2圧電／電歪デバイスを構成する基体の原板の斜視図(a)、および同原板を屈曲加工して形成された基体の斜視図(b)である。

【図6】第2圧電／電歪デバイスを組立てる状態を示す斜視図(a)、および組立てられた圧電／電歪デバイスの斜視図(b)である。

【図7】本発明に係る第2の形式である第3圧電／電歪デバイスを構成する基体の原板の斜視図(a)、および同原板を屈曲加工して形成された基体の斜視図(b)である。

【図8】第3圧電／電歪デバイスを組立てる状態を示す斜視図(a)、および組立てられた圧電／電歪デバイスの斜視図(b)である。

【図9】本発明に係る第2の形式である第4圧電／電歪デバイスを構成する基体の原板の斜視図(a)、および同原板を屈曲加工して形成された基体の斜視図(b)である。

【図10】第4圧電／電歪デバイスを組立てる状態を示す斜視図(a)、および組立てられた圧電／電歪デバイスの斜視図(b)である。

【図11】本発明に係る第2の形式である第5圧電／電歪デバイスを構成する基体の原板の斜視図(a)、および同原板を屈曲加工して形成された基体の斜視図(b)である。

【図12】第5圧電／電歪デバイスを組立てる状態を示す斜視図(a)、および組立てられた圧電／電歪デバイスの斜視図(b)である。

【図13】本発明に係る第2の形式である第6圧電／電歪デバイスを構成する基体の原板の斜視図(a)、および同原板を屈曲加工して形成された基体の斜視図(b)である。

【図14】第6圧電／電歪デバイスを組立てる状態を示す斜視図(a)、および組立てられた圧電／電歪デバイスの斜視図(b)である。

【図15】第7の実施形態である第7圧電／電歪デバイスを構成する基体の原板の斜視図(a)、および同原板を屈曲加工して形成された基体の斜視図(b)である。

【図16】第7圧電／電歪デバイスを組立てる状態を示す斜視図(a)、および組立てられた圧電／電歪デバイスの斜視図(b)である。

【図17】本発明に係る第1の形式である第8圧電／電歪デバイスを構成する基体の原板の斜視図(a)、および同原板を屈曲加工して形成された基体の斜視図(b)である。

【図18】第8圧電／電歪デバイスを組立てる状態を示す斜視図(a)、および組立てられた圧電／電歪デバイスの斜視図(b)である。

【図19】第8圧電／電歪デバイスの第1の変形例を示す被制御部品を搭載した状態の斜視図である。

【図20】第8圧電／電歪デバイスの第2の変形例を示す斜視図である。

【図21】本発明に係る第2の形式である第9圧電／電歪デバイスを構成する基体の原板の斜視図(a)、および同原板を屈曲加工して形成された基体の斜視図(b)である。

50 【図22】第9圧電／電歪デバイスを組立てる状態を示す斜視図(a)、および組立てられた圧電／電歪デバイスの斜視図(b)である。

す斜視図(a)、および組立てられた圧電/電歪デバイスの斜視図(b)である。

【図23】本発明に係る圧電/電歪デバイスを構成する圧電/電歪素子に採用される2例の各圧電/電歪素子の斜視図(a)、(b)である。

【図24】本発明に係る圧電/電歪デバイスを構成する圧電/電歪素子に採用される他の2例の各圧電/電歪素子の斜視図(a)、(b)である。

【図25】圧電/電歪素子として図23(b)に示す圧電/電歪素子を採用してなる第1圧電/電歪デバイスの斜視図である。

【図26】同圧電/電歪デバイスの非作動状態の平面図である。

【図27】同圧電/電歪デバイスの各圧電/電歪素子に印加される電圧の波形図である(a)、(b)である。

【図28】同圧電/電歪デバイスの作動状態の平面図である。

【図29】第1圧電/電歪デバイスの第1の変形例を示す斜視図である。

【図30】第1圧電/電歪デバイスの第2の変形例を示す斜視図である。

【図31】本発明に係る第3の形式である第10圧電/電歪デバイスの斜視図である。

【図32】同圧電/電歪デバイスを構成する基体の原板の斜視図(a)、および、

【図33】本発明に係る第3の形式である第11圧電/電歪デバイスの斜視図である。

【図34】同圧電/電歪デバイスを構成する基体の原板の斜視図(a)、および、同原板を屈曲加工して形成された基体の斜視図(b)である。

【図35】第10圧電/電歪デバイスを搭載したハードディスクドライブの斜視図である。

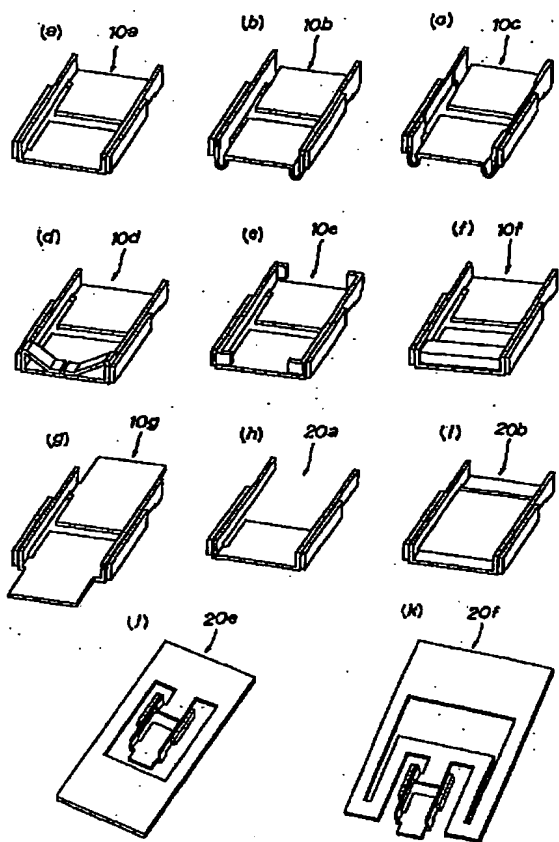
【図36】同圧電/電歪デバイスを搭載したサスペンションの平面図(a)、および、同側面図(b)である。

【符号の説明】

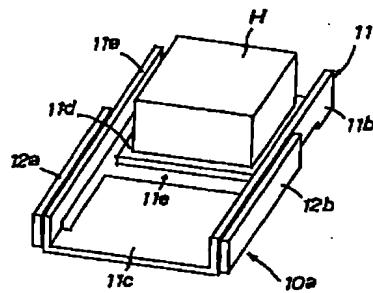
10a~10f、10a1、10a2…圧電/電歪デバイス、11…基体、11A…原板、11a、11b…可動部、11c…固定部、11d…取付部、11c1、11d1…窪み部、11c2、11d2…貫通穴、11e…開口部、11e1、11e2…側方溝部、11e3…中央溝

部、12a、12b…圧電/電歪素子、13…基体、13A…原板、13a、13b…可動部、13a1、13b1…円弧状の屈曲部、13c…固定部、13d…取付部、13e…開口部、14…基体、14A…原板、14a、14b…可動部、14a1、14b1…薄肉部、14c…固定部、14d…取付部、14e…開口部、15…基体、15A…原板、15a、15b…可動部、15c…固定部、15d…取付部、15e…開口部、15f、15g…補強部、16…基体、16A…原板、16a、16b…可動部、16c…固定部、16d…取付部、16e…開口部、16f、16g…補強部、17…基体、17A…原板、17a、17b…可動部、17c…固定部、17d…取付部、17e…開口部、17f…補強部材、18…基体、18A…原板、18a、18b…可動部、18c…固定部、18d…取付部、18e…開口部、20a、20b、20c、20d、20e、20f…圧電/電歪デバイス、21…基体、21A…原板、21a、21b…可動部、21a1、21b1…先端側内面、21a2、21b2…折曲部、21a3、21b3…屈折部、21c…固定部、21d…開口部、21d1、21d2…側方溝部、21d3…開口部位、22a、22b…圧電/電歪素子、23…基体、23A…原板、23a、23b…可動部、23c…固定部、23d…取付部、23e…開口部、24…基体、24A…原板、24a、24b…可動部、24c…固定部、24d…取付部、24e…連結部、24e1、24e2…側縁部、24f1、24f2…開口部、25…基体、25A…原板、25a、25b…可動部、25c…固定部、25d…取付部、25e…連結部、25e1、25e2、25e3、25e4…側縁部、25f1、25f2、25f3…開口部、31、32、33、34…圧電/電歪素子、31a、32a、32b、33a~33d、34a~34d…圧電/電歪層、31b、31c、32c、32d、33e、33f、34e、34f…電極、31d、31d、32e、32f、33g、33h、34g、34h…端子、40…ハードディスクドライブ、41…ベース、42…ボイスコイル、43…マグネット、44…アーム、45…サスペンション、46…磁気ディスク、47…磁気ヘッド。

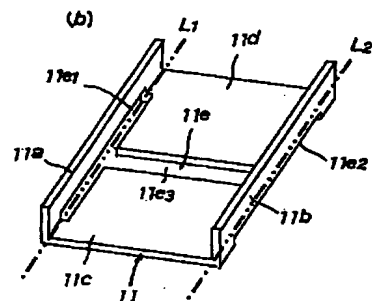
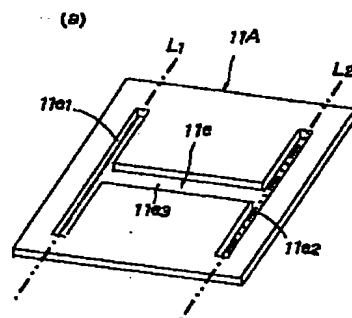
【図1】



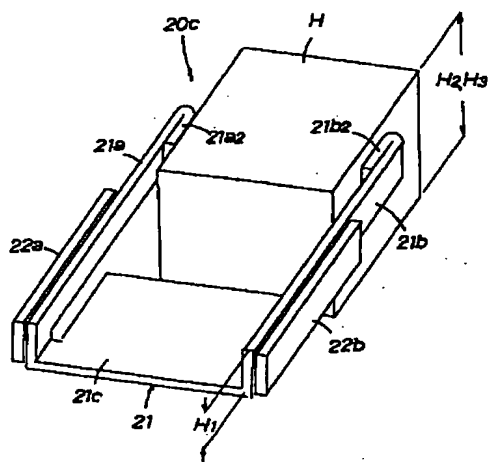
【図2】



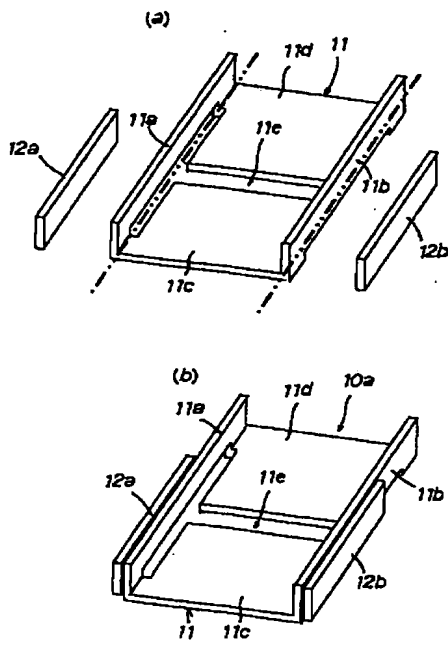
【図3】



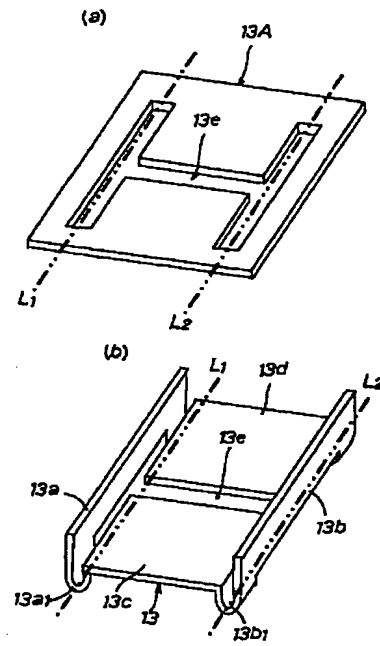
【図19】



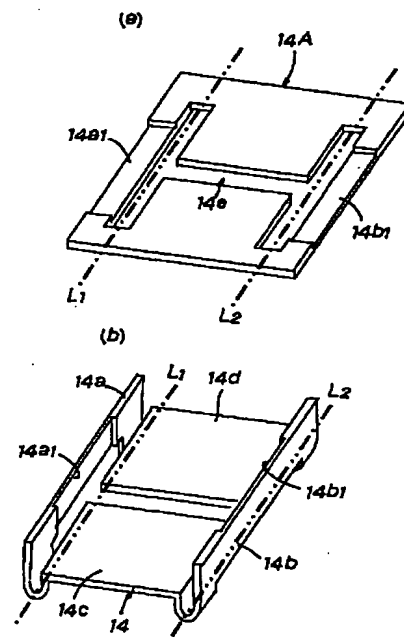
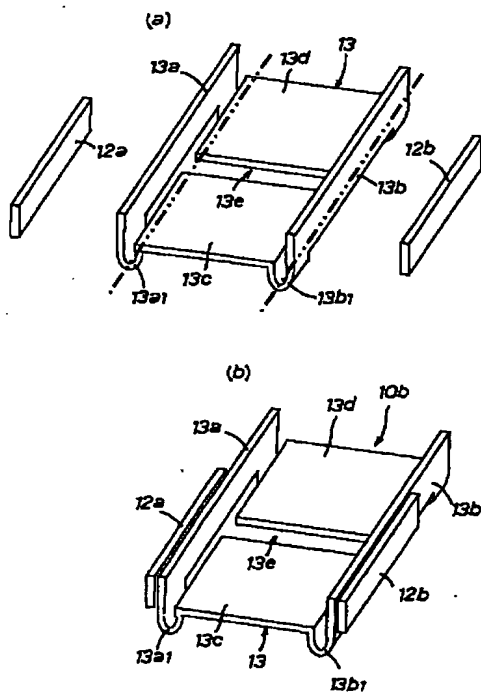
【図4】



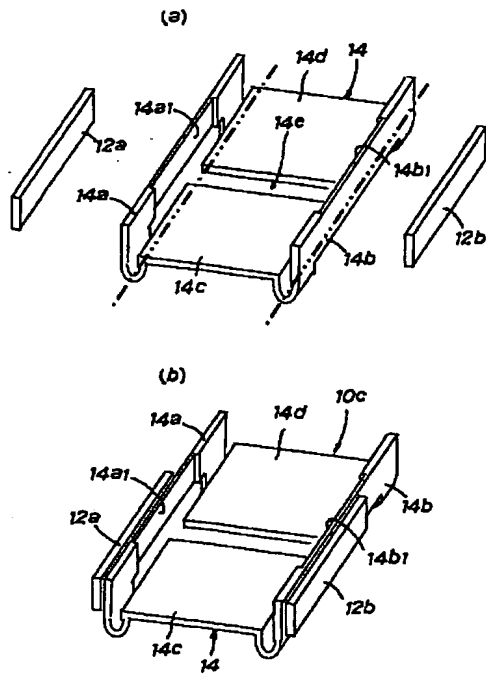
【図5】



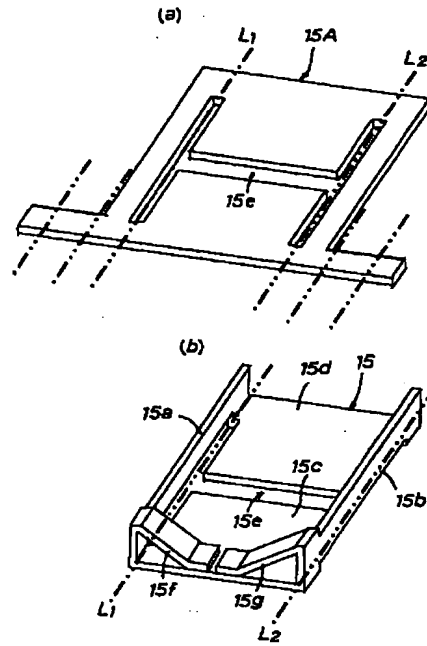
【図7】



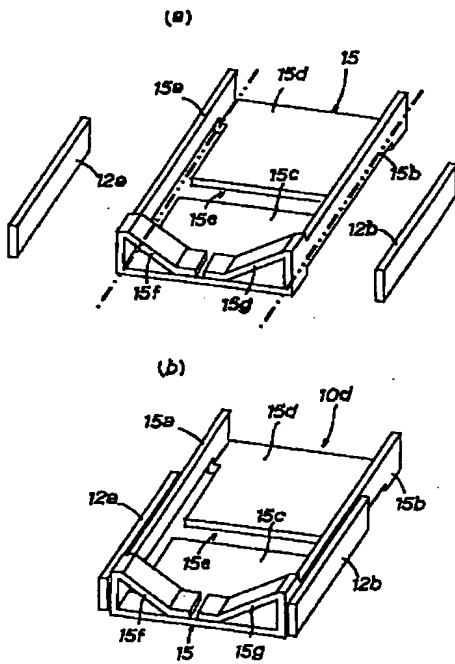
【図8】



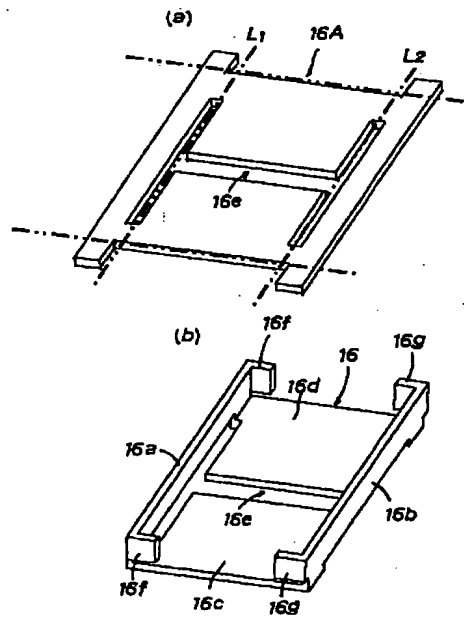
【図9】



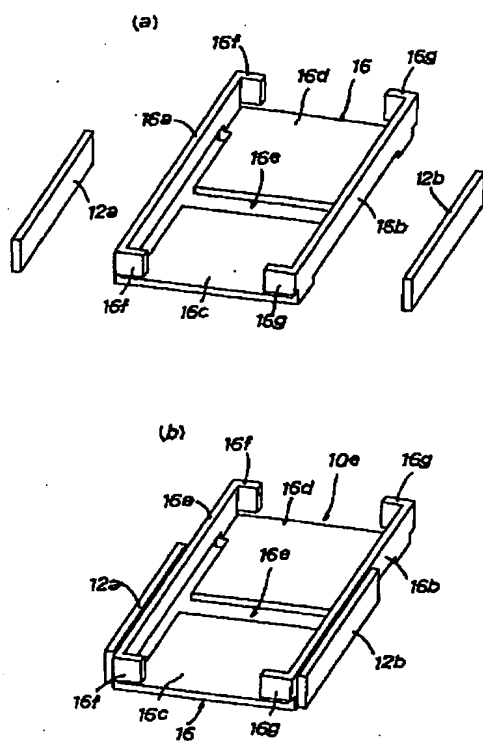
【図10】



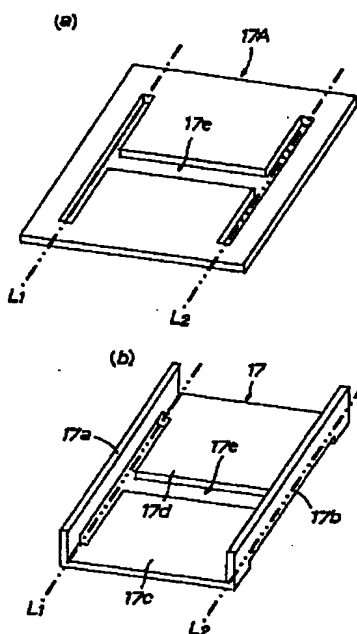
【図11】



【図12】

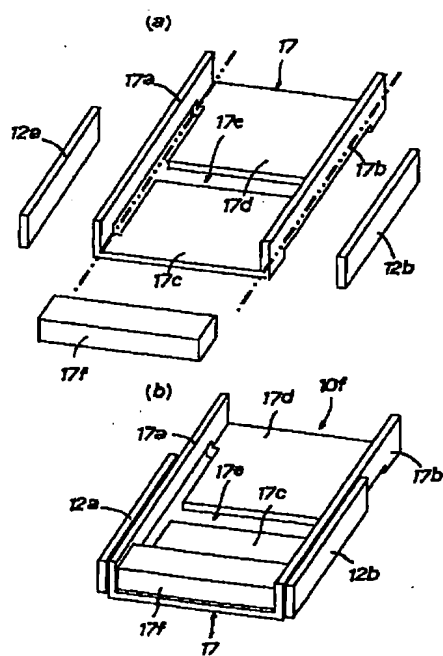


【図13】

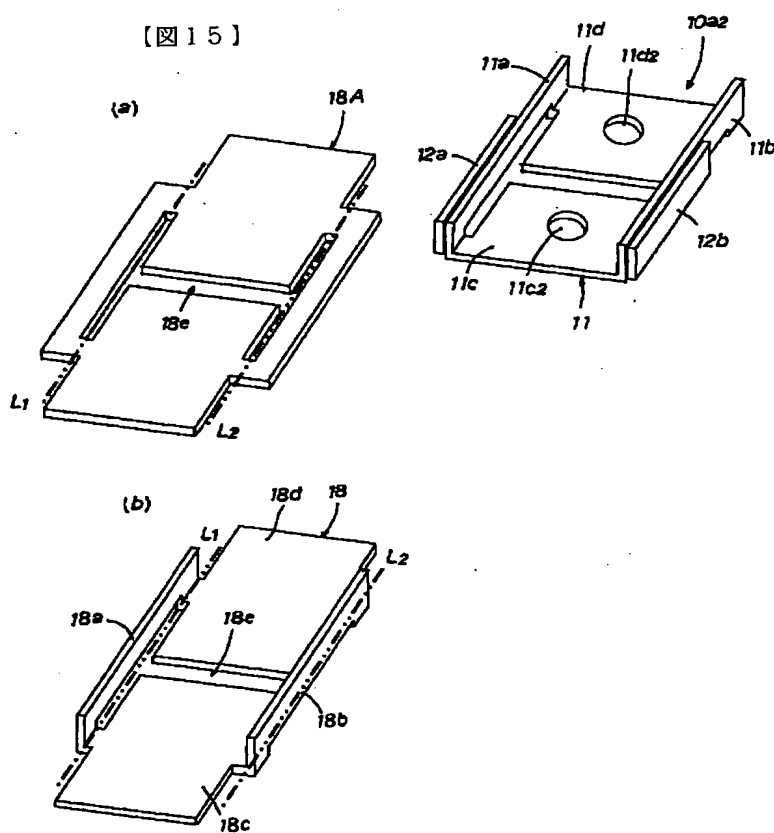


【図30】

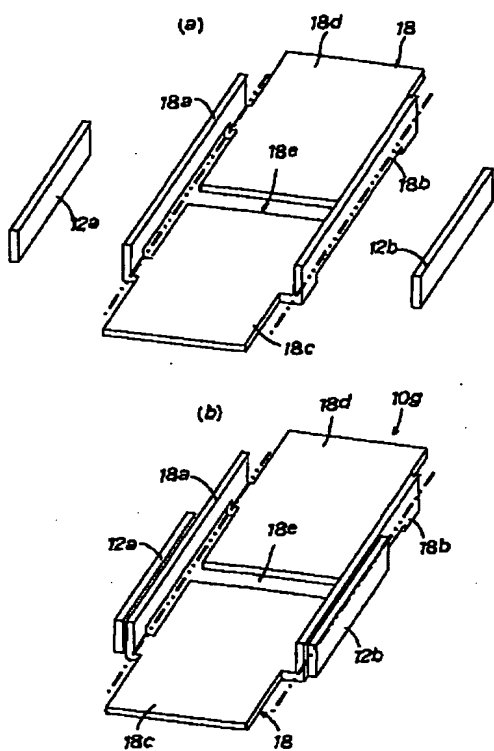
【図14】



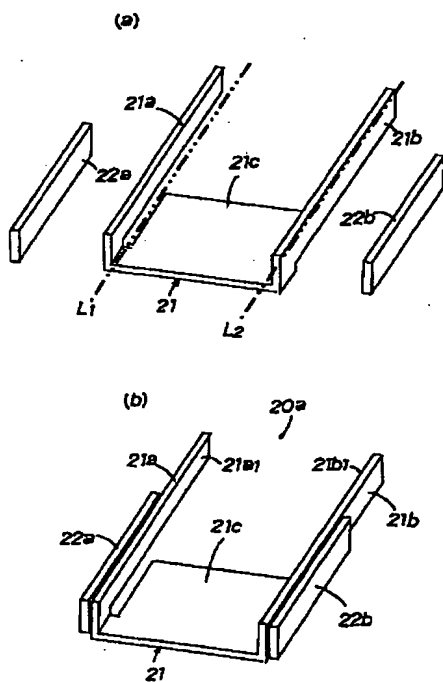
【図15】



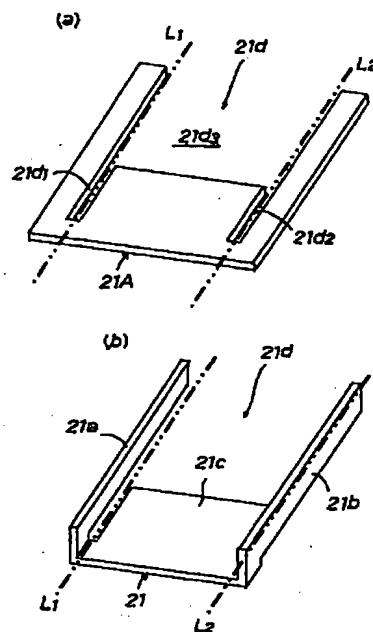
【図16】



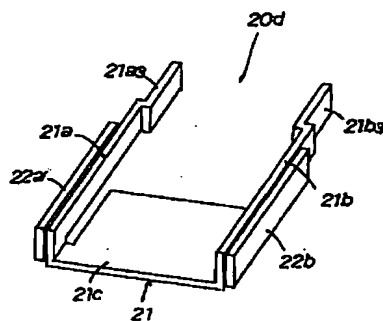
【図18】



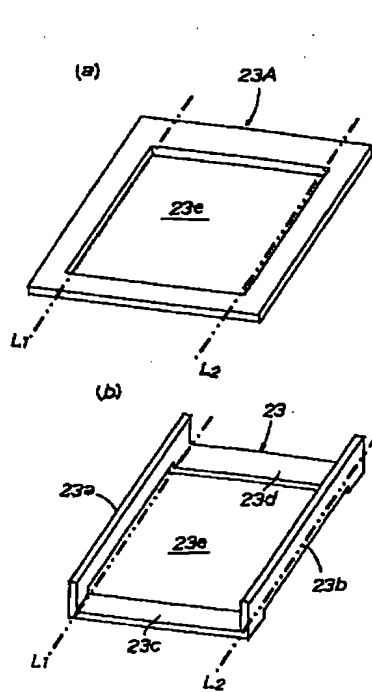
【図17】



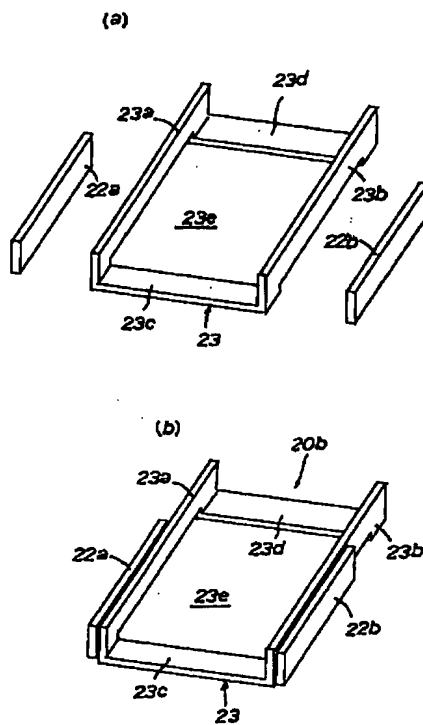
【図20】



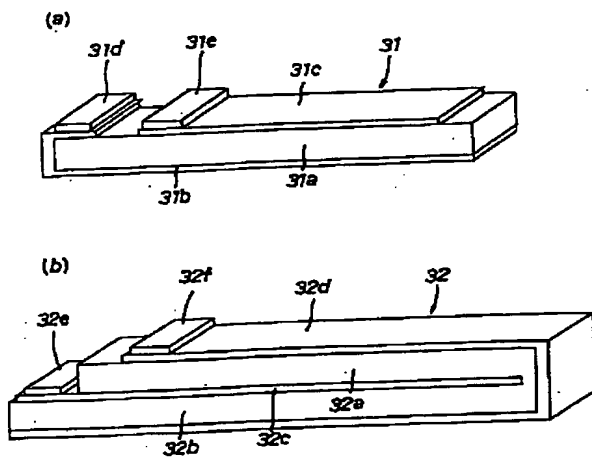
【図 21】



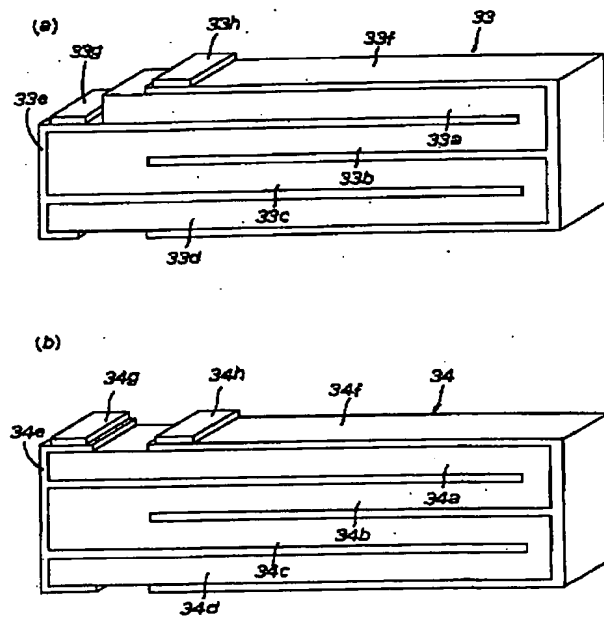
【図 22】



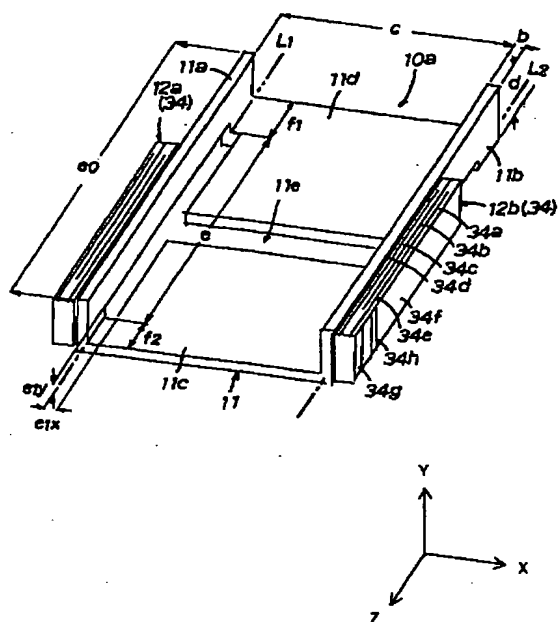
【図 23】



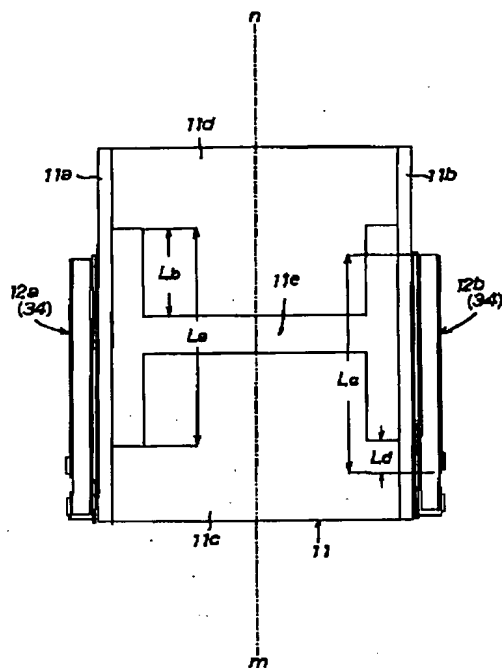
【図 24】



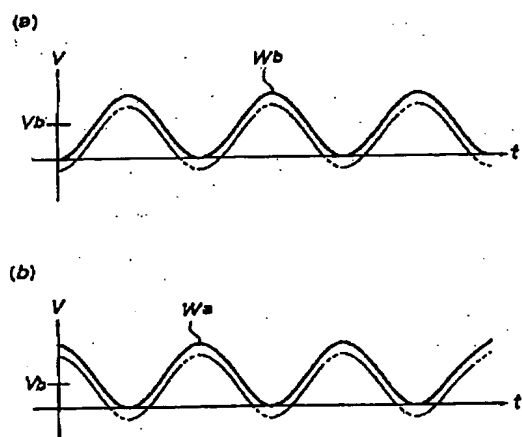
【圖 25】



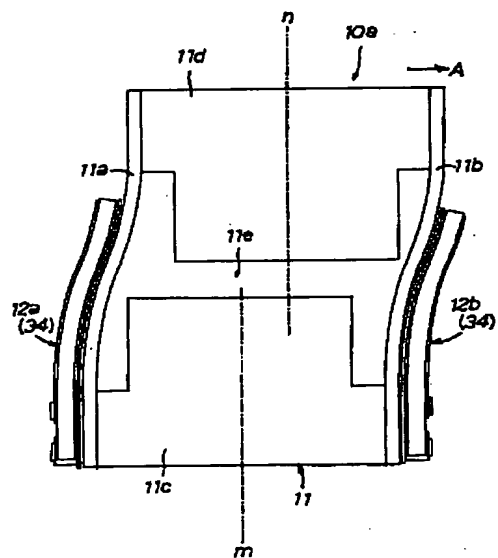
【圖 26】



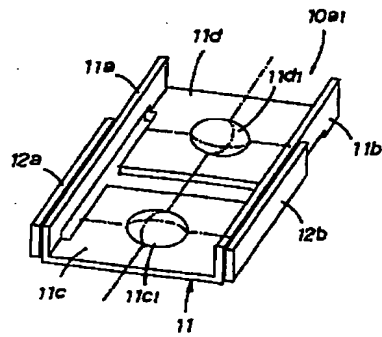
【圖 27】



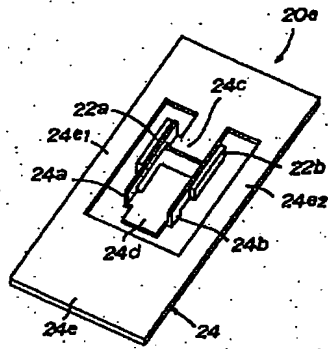
【圖 28】



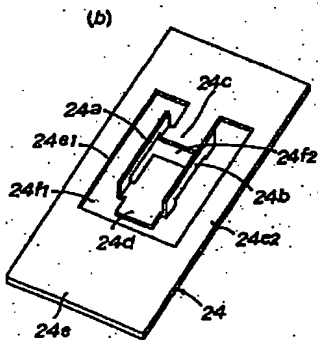
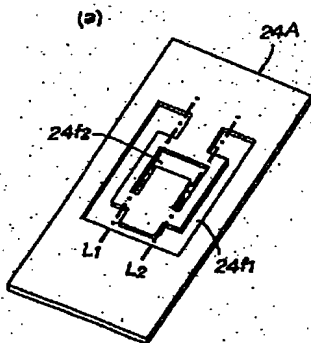
【図29】



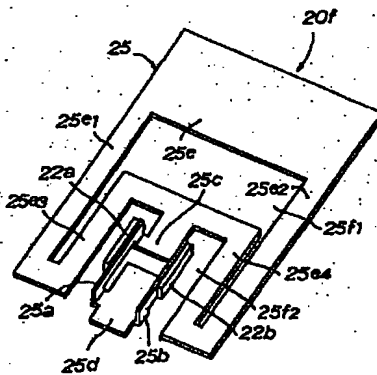
【図31】



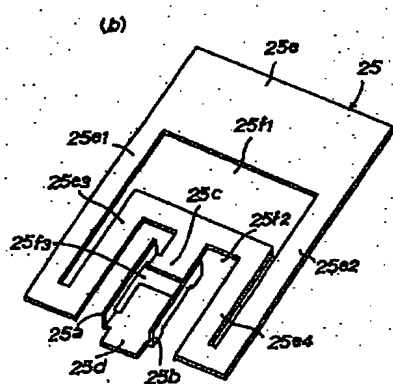
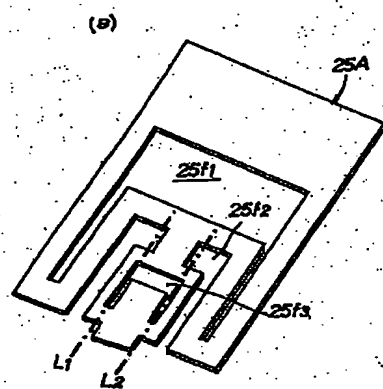
【図32】



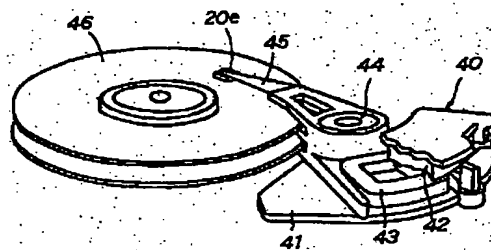
【図33】



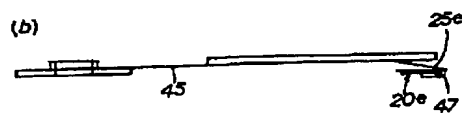
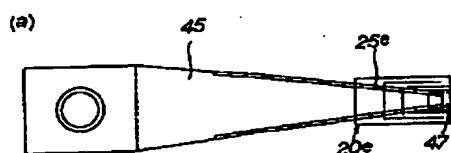
【図34】



【図35】



【図36】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

識別記号

F I
H 0 1 L 41/18
41/22

テーマコード(参考)

1 0 1 D
Z

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-289936

(43)Date of publication of application : 04.10.2002

(51)Int.Cl.

H01L 41/09
H01L 41/083
H01L 41/187
H01L 41/22
H02N 2/00

(21)Application number : 2001-076314

(71)Applicant : NGK INSULATORS LTD

(22)Date of filing : 16.03.2001

(72)Inventor : IKEDA KOJI

SHIBATA KAZUYOSHI

(30)Priority

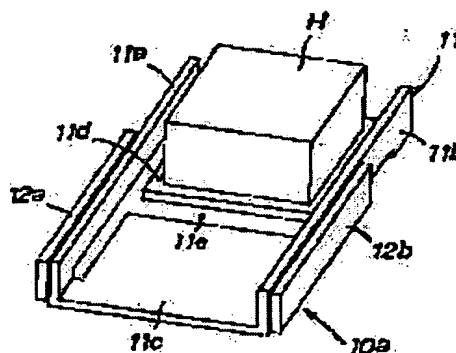
Priority number : 2001010622 Priority date : 18.01.2001 Priority country : JP

(54) PIEZOELECTRIC/ELECTROSTRICTION DEVICE AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the number of parts of a piezoelectric/electrostriction device, which comprises a base body 11 provided with a pair of left and right, movable parts 11a and 11b by a fixed part 11c on its one end side, and piezoelectric/ electrostriction elements 12a and 12b provided on the side surface of the movable parts 11a and 11b of the base body.

SOLUTION: An integrated base body 11 is employed as the base body of a piezoelectric/electrostriction device, where an original plate punched into such a shape of flatly developed base body is bent, to provide the piezoelectric/ electrostriction device with few number of parts.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to piezo-electricity / electrostriction device.

[0002]

[Description of the Prior Art] As one format of piezo-electricity / electrostriction device, as indicated by the European Patent (EP 1017116A2) specification The base which has the fixed part which connects mutually the moving part and both [these] the moving part of a left Uichi pair at an end side, The piezo-electricity / electrostriction device of the format of providing the piezo-electricity / electrostriction element which it comes to arrange in one [at least] side of said both moving part of this base, The base which has the fixed part which connects the moving part of a left Uichi pair, and both [these] moving part of each other [in an end section side], and the attachment section which connects both [these] moving part of each other [in an other end side], There are piezo-electricity / an electrostriction device of the format of providing the piezo-electricity / electrostriction element which it comes to arrange in one [at least] side of said both moving part of this base.

[0003] The piezo-electricity / electrostriction device of the format concerned have the actuation function of the moving part resulting from displacement actuation of piezo-electricity / electrostriction element, or the detection function in which piezo-electricity / electrostriction element detects the displacement of moving part inputted from a detected side, and is used for the large use like the following, using these functions effectively.

[0004] That is, the piezo-electricity / electrostriction device of the format concerned are used for the various actuators used for the displacement of various precision components, such as various sensor elements, such as active elements, such as various transducers, various actuators, a frequency-domain functional article (filter), a transformer, an object for a communication link, the vibrator for power and a resonator, a radiator, and a discriminator, an ultrasonic sensor, an acceleration sensor, an angular-velocity sensor, an impact sensor, and a mass sensor, an optical instrument, and a precision mechanical equipment, etc.

[0005] By the way, by the piezo-electricity / electrostriction device of the format concerned cutting device original recording in proper magnitude generally, and being formed, device original recording pastes up piezo-electricity / electrostriction element through adhesives on front reverse side both sides of base original recording, and is constituted, or these are formed in one and it is constituted. In addition, base original recording carries out the laminating of the sheet of two or more sheets, calcinates, and is constituted.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Thus, there are many components mark of the component part, assembly operation is troublesome [device] while the piezo-electricity / electrostriction device of the format concerned have high cost, and since it has pasted up each component parts through adhesives, variation arises in adhesion of each component parts, and it has a possibility of affecting a device

property.

[0007] Moreover, it is polluted by organic components, such as dust generated at the time of cutting, cutting fluid, adhesives further used in order to hold device original recording at the time of cutting, and a wax, and washing of piezo-electricity / electrostriction device is not easy for the piezo-electricity / electrostriction device cut and formed from the means which cuts device original recording suitably and picks a large number being taken in order to form the piezo-electricity / electrostriction device of the format concerned.

[0008] Moreover, since the ceramics tends to break when it constitutes a base from ceramics, even when it is necessary to adopt the ceramics of the hard quality of the materials, such as a zirconia, and the ceramics of a hard material is adopted, it is necessary to select suitable cutting conditions so that neither a deficit nor a crack may occur. Moreover, in order to be hard to process a base from being the ceramics of a hard material and to increase the processing number of processing, it is necessary to consider using many processing equipments of a different function etc.

[0009] Although it is also possible to constitute a base from a metallic material, a metallic material must add another production process which removes these, in order that an end face may oxidize with frictional heat during cutting or weld flash may remain to a processing end face. Moreover, if inspection of piezo-electricity / electrostriction element is not after cutting device original recording, it will be impossible.

[0010] Moreover, although it is desirable that dirt adopts ultrasonic cleaning which can be removed easily as washing of the device cut down from device original recording, when a powerful ultrasonic wave is used in order to mention a cleaning effect in ultrasonic cleaning, a damage may be given to a device, and piezo-electricity / electrostriction element may exfoliate from a base, or may be damaged. For this reason, although it is necessary to select the weak ultrasonic wave which does not give a damage to a device to adopt ultrasonic cleaning, when adopting such washing conditions, long duration will be required for removing the dirt which adheres at the time of cutting.

[0011] When the raising dust of it is carried out while driving the raising dust from piezo-electricity / electrostriction device, when using piezo-electricity / electrostriction device for the actuator of the magnetic head of a hard disk drive, the dust becomes a surfacing slider and the cause of crash of media, and it has a possibility of destroying data. Moreover, there is a possibility of the dust adhering to the electrode of piezo-electricity / electrostriction element, and causing short-circuit also to the piezo-electricity / the electrostriction device itself. For this reason, as opposed to a hard disk drive, whenever [high defecation] is required of the device itself.

[0012] Therefore, the purpose of this invention is by making the base which constitutes the piezo-electricity / electrostriction device of the format concerned into the integral construction which uses the plate of one sheet as a negative to solve each above-mentioned problem.

[0013]

[Means for Solving the Problem] The piezo-electricity / electrostriction device which this invention requires for this invention about a manufacture method of of piezo-electricity / electrostriction device, and a piezo-electricity / electrostriction device are the piezo-electricity / electrostriction device of three kinds of following format.

[0014] The piezo-electricity / electrostriction device of the 1st format concerning this invention are the piezo-electricity / electrostriction device possessing the piezo-electricity / electrostriction element arranged in one [at least] side of said both moving part of a base which has a fixed part which connects mutually moving part and both [these] moving part of a left Uichi pair at an end section side, and this base.

[0015] Moreover, the piezo-electricity / electrostriction device of the 2nd format concerning this invention A base which has a fixed part which connects moving part of a left Uichi pair, and both [these] moving part of each other [in an end section side], and the attachment section which connected both [these] moving part of each other [in an other end side], and has been separated mutually [said fixed part], They are the piezo-electricity / electrostriction device possessing the piezo-electricity / electrostriction element arranged in one [at least] side of said both moving part of this base.

[0016] Moreover, the piezo-electricity / electrostriction device of the 3rd format concerning this invention A fixed part which connects moving part of a left Uichi pair, and both [these] moving part of each other [in an end section side], A base which has the attachment section which connected both [these] moving part of each other [in an other end side], and has been separated mutually [said fixed part], and this attachment section and the connection section which surrounds this attachment section, said each moving part, and said fixed part by one, They are the piezo-electricity / electrostriction device possessing the piezo-electricity / electrostriction element arranged in one [at least] side of said both moving part of this base.

[0017] A deer is carried out, and in the piezo-electricity / electrostriction device of the 1st format concerning this invention, said base consists of plates of one sheet, said fixed part presents plate-like, said each moving part does predetermined height standing up from each side edge section of said fixed part, and it is characterized by having countered mutually and having extended exceeding the other end of this fixed part along with each side edge section of a fixed part.

[0018] In the piezo-electricity / the electrostriction device concerned, it can consider as a configuration between which it is placed by slit-like slot which extends from an other end side of this fixed part between the side edge sections of a base of each moving part which constitutes said base, and said fixed part. Moreover, in the piezo-electricity / the electrostriction device concerned, the connection section between each side edge section of a base of each of said moving part which constitutes said base, and said fixed part can be considered as a configuration which presents the shape of a circle.

[0019] In the piezo-electricity / electrostriction device of the 2nd format concerning this invention, it consists of plates of said one base, said stationary plate and said tie-down plate present plate-like, said each moving part does predetermined height standing up from each side edge section of said fixed part and said attachment section, and it is characterized by having countered mutually and having extended along with each side edge section of this fixed part and said attachment section.

[0020] In the piezo-electricity / the electrostriction device concerned, a slit-like slot which extends in a longitudinal direction intervenes between the end sections of the other end of said fixed part which constitutes said base, and said attachment section. And it can consider as a configuration between which it is placed by slit-like slot which extends in a lengthwise direction between the side edge sections of a base of each of said moving part, said fixed part, and said attachment section. Moreover, between the end sections of the other end of said fixed part which constitutes said base, and said attachment section, it can consider as a configuration between which it is placed by slot of the shape of a rectangle prolonged in a longitudinal direction and a lengthwise direction. In the piezo-electricity / the electrostriction device concerned, the connection section between each side edge section of a base of each of said moving part which constitutes said base, and said fixed part can be considered as a configuration which presents the shape of a circle further again.

[0021] In the piezo-electricity / electrostriction device of the 3rd format concerning this invention Said base consists of plates of one sheet, and said stationary plate and said tie-down plate present plate-like. Said each moving part It is characterized by carrying out predetermined height standing up from each side edge section of said fixed part and said attachment section, countering mutually, and extending along with each side edge section of this fixed part and said attachment section, and locating said each moving part, said fixed part, and said attachment section in central space circles of said connection section.

[0022] In the piezo-electricity / the electrostriction device concerned, an end section side of said fixed part in said central space section of said connection section can be taken as a configuration in a closing condition or an open condition. Moreover, in the piezo-electricity / the electrostriction device concerned, the connection section between each side edge section of a base of each of said moving part which constitutes said base, and said fixed part can be considered as a configuration which presents the shape of a circle.

[0023] The further following configuration can be taken in the piezo-electricity / electrostriction device of such format concerning this invention. Namely, constituting said base on a metal plate of one sheet, a configuration which forms thinly at least pars intermedia of the length direction of each of said moving

part which constitutes the substrate concerned as compared with other parts, A configuration possessing the reinforcement section which is crooked and prolonged at the edge by the side of said fixed part of each of said moving part which constitutes said base from an upper limb of this edge, and contacts it on the surface of said fixed part, It can consider as a configuration possessing the reinforcement section which is crooked from the edge of this edge at the edge by the side of said fixed part of each of said moving part which constitutes said base, is prolonged to the inside at it, and contacts the surface of said fixed part at it, and a configuration between which a reinforcement member is made to be placed among said each moving part in said fixed part which constitutes said base. Moreover, it can extend from an other end side of each of said moving part, and a configuration to which said fixed part which constitutes said base is made to expand as compared with a case where extend from an end section side of each of said moving part, and it is located in said each moving part, and said attachment section which constitutes said base can be considered as a configuration to which it is made to expand as compared with a case where it is located in said each moving part.

[0024] Moreover, a manufacture method of of the piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention is a method of manufacturing the piezo-electricity / electrostriction device of three kinds of above-mentioned format, respectively, and a manufacture method of of the piezo-electricity / electrostriction device of various format is shown below.

[0025] The 1st manufacture method concerning this invention is a method of manufacturing the piezo-electricity / electrostriction device of the 1st format concerning this invention. A possible plate of crookedness processing by flexibility is adopted as a formation material of said base. This plate It is characterized by carrying out blanking processing, forming the punching structure in a configuration which developed said base to a plane, and forming a base which is crooked in a predetermined part of this punching structure, and has said each moving part and said fixed part.

[0026] As a configuration which has opening of a portal configuration which consists of notch **** opening a part between a side slot of the shape of a straight line of a pair prolonged along with the side edge section in a flank of right and left of said punching structure of a rectangular plate, and both [these] slots in manufacture method concerned While forming said each side edge section in said each moving part by carrying out crookedness processing of each side edge section of said plate along said side slot, a part between the side and said each slot can be formed in said fixed part.

[0027] The 2nd manufacture method concerning this invention is a method of manufacturing the piezo-electricity / electrostriction device of the 2nd format concerning this invention. A possible plate of crookedness processing by flexibility is adopted as a formation material of said base. This plate It is characterized by carrying out blanking processing, forming the punching structure in a configuration which developed said base to a plane, and forming a base which is crooked in a predetermined part of this punching structure, and has said each moving part and said fixed part.

[0028] As a configuration which has opening of H configuration which consists of a central slot of the shape of a straight line which connects mutually straight line-like a side slot and a method slot of these both sides of a pair prolonged along with the side edge section in a flank of right and left of said punching structure of a rectangular plate in manufacture method concerned in pars intermedia While forming said each side edge section in said each moving part by carrying out crookedness processing of each side edge section of said plate along said side slot, a part between the side and said each slot can be formed in said fixed part and said attachment section. Moreover, in manufacture method concerned, while forming said each side edge section in said each moving part by carrying out crookedness processing of each side edge section of said plate along with the side edge section of said opening as a configuration which has rectangular opening for said punching structure in the center section of the rectangular plate, a part between the side and said each slot can be formed in said fixed part and said attachment section.

[0029] The 3rd manufacture method concerning this invention is a method of manufacturing the piezo-electricity / electrostriction device of the 3rd format concerning this invention. A possible plate of crookedness processing by flexibility is adopted as a formation material of said base. This plate It is characterized by carrying out blanking processing, forming the punching structure in a configuration

which developed said base to a plane, and forming a base which is crooked in a predetermined part of this punching structure, and has said each moving part, said fixed part, said attachment section, and said connection section.

[0030] While making said punching structure into a configuration which has the rectangular plate section inside central opening of a rectangular plate in manufacture method concerned As a configuration which has opening of H configuration which consists of a central slot of the shape of a straight line which connects mutually straight line-like a side slot and a method slot of these both sides of a pair prolonged along with the side edge section in a flank of right and left of this plate section in pairs intermedia By carrying out crookedness processing of each side edge section of said plate section along said side slot, said each side edge section is formed in said each moving part, and a part between the side and said each slot is formed in said fixed part and said attachment section, and a part of a periphery of said central opening can be formed in said connection section.

[0031] In each manufacture method concerning this invention, a metal plate is adopted as a formation material of said substrate, blanking of the opening of said punching structure is carried out to blanking processing of said plate and coincidence, and it is formed in them, or it can form in a perforating process after blanking processing of said plate.

[0032]

[Function and Effect of the Invention] On a working principle, since these are really fabricated while to connect closely a fixed part or a fixed part, and the attachment section with the two side edge sections which have flexibility is needed, the piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention have embodied the most desirable gestalt on a working principle.

[0033] For example, when two or the three above-mentioned important sections are welded as metal, the problem in heat treatment processes, such as distortion by the heat of joining, quality-of-the-material deterioration, and annealing, must be taken into consideration. On the other hand, even if this of what is really depended on shaping like a constituting-piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention base is metal, these concern does not exist and can also really expect improvement in the reinforcement of the connection section by work hardening at the time of shaping.

[0034] In the piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention, since the sum of the height of components and the height of a device becomes lower than this, without becoming the height after assembly when it combines with components (for example, magnetic head of a hard disk drive), there is an advantage which can be considered as a compact configuration. In the height of a device, although the amount of [a part for the thickness of the board of moving part and / of adhesives] thickness joins the height of components, as compared with the well-known device described at the beginning, the height after assembly can be made low, and there is an effect of space-saving-izing. Moreover, since assembly can be simply done only by pasting up components on a fixed part and a large adhesion area can be taken, there is an advantage which can strengthen bond strength more and can be made into the structure which cannot drop out easily due to an impact.

[0035] In the 1st [of the piezo-electricity / the electrostriction devices concerning this invention], and 2nd piezo-electricity / electrostriction device, it is easy at least for the attachment section and jointing to the jointing-ed article of a fixed part on the structure to form the hollow containing adhesives with a press, thereby, bond strength can be made to be able to increase or the flash of adhesives can be controlled. Moreover, it is also easy to form the criteria locations for positioning (hole etc.) used in the case of subassembly. For this reason, components can be assembled in the attachment section on a device, or the assembly precision at the time of attaching a fixed part in the gimbal of a suspension can be raised at an after production process, and the yield can be raised further. By inspecting piezo-electricity / electrostriction element beforehand, and assembling it, before assembling a device, the poor property of the device after assembly can be reduced sharply.

[0036] Moreover, in the piezo-electricity / electrostriction device of the 3rd format concerning this invention, although the operation effect which the 1st and 2nd piezo-electricity / electrostriction device have can be done so of course, it has the attachment section and the connection section of one, and there is a big advantage that the connection section concerned can be operated as a gimbal which supports the

magnetic head (slider) of a hard disk drive, especially.

[0037] The piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention are set to the piezo-electricity / electrostriction device of such basic structures on the basis of the piezo-electricity / electrostriction device of three kinds of above-mentioned format. Since any base is the thing of the integral construction which uses a plate as a negative and consists of one component part in principle, while a component part becomes a base and two kinds such as piezo-electricity / electrostriction element and being able to reduce sharply the component part of piezo-electricity / electrostriction device The man day with a group of a component part can be reduced, and cost can be mitigated sharply.

[0038] Moreover, in the piezo-electricity / electrostriction device of each format concerning this invention, since there are very few components mark of a component part and there are also in jointing of each component parts, the variation in adhesion of each component parts has a nil or device property with a high precision which is not almost and was set up. [very few]

[0039] Moreover, in each piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention, if it is in the formation, there is no contamination by the dust which does not take a means to cut device original recording by many parts, and is generated at the time of cutting of device original recording, or other contaminations. For this reason, beforehand, in case piezo-electricity / electrostriction device is assembled, if the base, and the piezo-electricity / electrostriction element are washed, with the formed piezo-electricity / electrostriction device, there is there being no contamination or an advantage which is not almost, and can omit washing of piezo-electricity / electrostriction device, or can be finished easily.

[0040] In the piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention, it can manufacture respectively easily and at a low price by the 3rd manufacture method which starts this invention by the 2nd manufacture method which starts this invention by the 1st manufacture method which starts this invention if it is in the piezo-electricity / electrostriction device of the 1st format if it is in the piezo-electricity / electrostriction device of the 2nd format if it is in the piezo-electricity / electrostriction device of the 3rd format.

[0041]

[Embodiment of the Invention] The base which has the fixed part with which the piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention connect mutually the moving part and both [these] the moving part of a left Uichi pair at an end section side, The piezo-electricity / electrostriction device of the 1st format of providing the piezo-electricity / electrostriction element arranged in one [at least] side of said both moving part of this base, The base which has the fixed part which connects the moving part of a left Uichi pair, and both [these] moving part of each other [in an end section side], and the attachment section which connected both [these] moving part of each other [in an other end side], and has been separated mutually [said fixed part], The piezo-electricity / electrostriction device of the 2nd format of providing the piezo-electricity / electrostriction element arranged in one [at least] side of said both moving part of this base, And the fixed part which connects the moving part of a left Uichi pair, and both [these] moving part of each other [in an end section side], The base which has the attachment section which connected both [these] moving part of each other [in an other end side], and has been separated mutually [said fixed part], and this attachment section and the connection section which surrounds this attachment section, said each moving part, and said fixed part by one, They are the piezo-electricity / electrostriction device of the 3rd format of providing the piezo-electricity / electrostriction element arranged in one [at least] side of said both moving part of this base. Many operation gestalten (operation gestalt [of ** a 1st] - 11th operation gestalt) of the piezo-electricity / electrostriction device of each format are shown in drawing 1 .

[0042] The 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a shown in drawing 1 (a) belong under the category of the piezo-electricity / electrostriction device of the 2nd format concerning this invention, and is used in the condition which shows in drawing 2 . The 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a is formed by the method shown in drawing 3 and drawing 4 . The 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a is what consists of piezo-electricity / electrostriction elements 12a and 12b of a base 11 and a pair. A base 11 It consists of plate-like fixed part 11c which connects the moving part 11a and 11b of a left Uichi pair tabular [long], and both the moving part 11a and 11b of each other [in an end section

side] with a narrow width, and 11d of the plate-like attachment sections which connect both the moving part 11a and 11b of each other [in an other end side].

[0043] In the base 11, each moving part 11a and 11b, fixed part 11c, and 11d of attachment sections are divided in opening 11e of H configuration. Opening 11e consisted of the side slot 11e1 of a left Uichi pair, 11e2, and the method slot 11e1 of these both sides and the central slot 11e3 which connects 11e2 mutually in the center section of the longitudinal direction, and left-hand side moving-part 11a was crooked along this slot 11e1 in the side slot 11e1, and has stood up in the rectangular condition to fixed part 11c and 11d of attachment sections. Similarly, right-hand side moving-part 11b was crooked along this slot 11e2 in the side slot 11e2, and has stood up in the rectangular condition to fixed part 11c and 11d of attachment sections.

[0044] The base 11 of this configuration is pasted through the adhesives with which each piezo-electricity / electrostriction elements 12a and 12b become the lateral surface of each moving part 11a and 11b from an epoxy resin etc. Each piezo-electricity / electrostriction elements 12a and 12b are multilayer objects which consist of piezo-electricity / an electrostriction layer, and an electrode layer, and each moving part 11a and 11b is the same configurations. It is short formed in predetermined length, pasted up in accordance with the edge by the side of fixed part 11c of each moving part 11a and 11b, and has extended to the part which left predetermined length from the edge by the side of 11d of attachment sections of each moving part 11a and 11b.

[0045] In the base 11 concerned, it is pasted up and fixed, and in the inferior-surface-of-tongue side, magnetic-head H for hard disks (slider) which is for example, a control-section-ed article pastes the gimbal of a suspension, and is fixed to the upper surface side of the fixed part 11c. In addition, the above can change the attaching position of magnetic-head H and a suspension into reverse in this case at 11d of attachment sections, and fixed part 11c, and the function of a device does not change at all by this. Moreover, the attachment part to magnetic-head H, fixed part 11c of the attaching position of a suspension, and 11d of attachment sections can also be changed into table back reverse, and the function of a device does not change at all by this. However, it is necessary to wire reverse on a suspension in wiring of the external electrode in contact with the terminal area of piezo-electricity / electrostriction elements 12a and 12b.

[0046] The base 11 which carries out a deer and constitutes the piezo-electricity / the electrostriction device 10a concerned uses as a molding material negative 11A shown in drawing 3 (a), it is crooked and negative 11A is formed, as shown in this drawing (b). Negative 11A is the punching structure which comes to carry out blanking processing of the plate in which crookedness processing is possible by flexibility, and is formed in the configuration which developed the base 11 to the plane. As for the plate which constitutes negative 11A, it is desirable that it is metal in reinforcement.

[0047] As for a plate, it is desirable that Young's modulus is the metal of 100 or more GPas, and the martensitic stainless steel of the ferritic stainless steel of the austenitic stainless steel of SUS301, SUS304, AISI653, and SUH660 grade, SUS430, and SUS434 grade, SUS410, and SUS630 grade, SUS6312, the semi austenitic stainless steel of AISI632 grade, ERUMAJINGUSU ten loess steel, various spring steel steel materials, etc. can be mentioned as an iron system material. Moreover, as a non-iron system material, superelastic titanium alloys, such as a titanium-nickel alloy, brass, cupronickel, aluminum, a tungsten, molybdenum, beryllium copper, phosphor bronze, nickel, a ferronickel alloy, titanium, etc. can be mentioned.

[0048] A plate is given to negative 11A by blanking processing, it is formed, and possesses opening 11e of H configuration. Opening 11e is formed in coincidence at the time of blanking processing of a plate, and is set to the side slot 11e1 of the shape of a straight line of the pair prolonged in each flank of right and left of negative 11A at an order both-ends side, and 11e2 from the method slot 11e1 of these both sides, and the central slot 11e3 of the shape of a straight line which connects 11e2 mutually in pars intermedia. The base 11 is formed by crooking each side edge section of right and left of negative 11A at a right angle in each side slot 11e1 and 11e2 along with the center lines L1 and L2 prolonged in the longitudinal direction in this slot 11e1 and the center of the width of face of 11e2. While each side slot 11e1 and the side edge part of 11e2 are formed in each moving part 11a and 11b by carrying out

crookedness processing of each flank of right and left of negative 11A in this way, the part by the side of the front end section of the central slot 11e3 is formed in fixed part 11c, and the part by the side of the back end section is formed in 11d of attachment sections.

[0049] Thus, as shown in the base 11 constituted by negative 11A at one at drawing 4 (a), piezo-electricity / electrostriction elements 12a and 12b are pasted up on the lateral surface of each of those moving part 11a and 11b through adhesives, and the piezo-electricity / electrostriction device 10a shown in this drawing (b) are formed. Since the base 11 consists of negative 11A in one while functioning as the piezo-electricity / electrostriction device of this conventional seed format similarly, the formed piezo-electricity / electrostriction device 10a do the operation effect like the following so.

[0050] Namely, it sets to the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a. From being the thing of the integral construction which a base 11 becomes only from negative of one sheet 11A, and consisting of one component part A component part can reduce the man day with a group of a component part sharply, and can mitigate cost sharply while it becomes a base 11 and two kinds such as piezo-electricity / electrostriction elements 12a and 12b and can reduce sharply the component part of piezo-electricity / electrostriction device 10a.

[0051] Moreover, in the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a, since there are very few components mark of a component part and there are also in jointing of each component parts, the variation in adhesion of each component parts has a nil or device property with a high precision which is not almost and was set up. [very few]

[0052] Moreover, in the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a, if it is in the formation, the dust which does not take a means to cut device original recording by many parts, and is generated at the time of cutting of device original recording, and contamination resulting from adhesion of other contaminations are not like the former. For this reason, if a base 11, and the piezo-electricity / electrostriction elements 12a and 12b are beforehand washed on the occasion of the assembly of the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a, there is almost nothing, and washing of piezo-electricity / electrostriction device 10a can be omitted, or the assembled piezo-electricity / electrostriction device 10a have that there is no contamination or the big advantage that it can finish easily.

[0053] The 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b shown in drawing 1 (b) belong under the category of the piezo-electricity / electrostriction device of the 2nd format concerning this invention. It is that in which, as for the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a, the 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b differs in the configuration of a base slightly. As shown in drawing 6 (b), it consists of piezo-electricity / electrostriction elements 12a and 12b of a base 13 and a pair. A base 13 It consists of plate-like fixed part 13c which connects the moving part 13a and 13b of a left Uichi pair tabular [long], and both the moving part 13a and 13b of each other [in an end section side] with a narrow width, and 13d of the plate-like attachment sections which connect both the moving part 13a and 13b of each other [in an other end side].

[0054] In a base 13, as far as each moving part 13a and 13b, fixed part 13c, and 13d of attachment sections are divided in opening 13e of H configuration and this configuration is concerned, it is the same configuration as the base 11 of the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a.

[0055] A deer is carried out and the flection 13a1 which is a connection part to fixed part 13c of each moving part 13a and 13b and 13d of attachment sections, and 13b1 are presenting the shape of a circle which became depressed from the fixed parts [13c and 13d] surface in the base 13. As shown in drawing 5 (a), negative 13A which constitutes the base 13 concerned is the same as that of negative 11A of a base 11, and differs in the crookedness configuration at the time of carrying out crookedness formation of each moving part 13a and 13b. That is, in the crookedness processing concerned, the circle-like flection 13a1 and 13b1 are formed in the base of each moving part 13a and 13b. As shown in the base 13 concerned at drawing 6 (a), the 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b is formed by pasting up each piezo-electricity / electrostriction elements 12a and 12b on the lateral surface of each moving part 13a and 13b.

[0056] Although the 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b does so the same operation effect as abbreviation while the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a has the same function Since

each moving part 13a and 13b has connected with fixed part 13c and 13d of attachment sections through the circle-like flexion 13a1 and 13b1 especially, the each moving part [13c and 13d] movability is improving, and it has a high device function.

[0057] moreover, the precision of plumbness [on the 2nd piezo-electricity / the electrostriction device 10b concerned and as opposed to fixed part 13c of each moving part 13a and 13b, and 13d of attachment sections] -- taking out -- easy -- carrying out -- the influence direction -- displacement can be stopped. Moreover, since it can set up by changing how the location of Y shaft orientations of each moving part 13a and 13b bends a circle-like flexion to fixed part 13c and 13d of attachment sections, the width of face of layout of a device can be expanded.

[0058] The 3rd piezo-electricity / electrostriction device 10c shown in drawing 1 (c) belong under the category of the piezo-electricity / electrostriction device of the 2nd format concerning this invention. Other configurations are the same although the 3rd piezo-electricity / electrostriction device 10c differs in few parts of the configuration of a base with the 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b.

[0059] A deer is carried out. The 3rd piezo-electricity / electrostriction device 10c As shown in drawing 8 (b), it is what consists of piezo-electricity / electrostriction elements 12a and 12b of a base 14 and a pair. A base 14 It consists of plate-like fixed part 14c which connects the moving part 14a and 14b of a left Uichi pair tabular [long], and both the moving part 14a and 14b of each other [in an end section side] with a narrow width, and 14d of the plate-like attachment sections which connect both the moving part 14a and 14b of each other [in an other end side].

[0060] In the base 14, although the pars intermedia of the longitudinal direction of each moving part 14a and 14b is formed in a thin-walled part 14a1 and 14b1 covering predetermined length, if this point is removed, it is constituted identically to a base 13. Moreover, negative 14A of a base 14 is the thing which will constitute each moving part 14a and 14b and which possesses a thin-walled part 14a1 and 14b1 in each flank of right and left of opening 14e of H configuration, as shown in drawing 7 (a). it is alike, the two-dot chain lines L1 and L2 shown in drawing 7 (b) are met, crookedness processing is carried out like a base 13, and as shown in drawing 8 (a), the 3rd piezo-electricity / electrostriction device 10c is formed by pasting up each piezo-electricity / electrostriction elements 12a and 12b on the lateral surface of each moving part 14a and 14b.

[0061] As for the 2nd piezo-electricity / electrostriction device 10b, the 3rd piezo-electricity / electrostriction device 10c has the device function in which the movability of each moving part 14a and 14b is still higher, and it is still higher since each moving part 14a and 14b possesses especially the thin-walled part 14a1 prolonged in the pars intermedia at a longitudinal direction, and 14b1 although the same operation effect as abbreviation is done so while having the same function.

[0062] In addition, the method of removing meat partially by chemistry ETCHING, the micro blast, ion milling, etc., and making thickness thin as the thin-walled part 14a1 of negative 14A and a means to form 14b1, the method of cutting by grinding and making thickness thin, etc. can be taken. Moreover, as a special means, lamination of the board which does not have an open beam board and a hole in the hole of predetermined length can be carried out in piles, and the board which formed the part corresponding to a hole in the thin-walled part can also be adopted as a negative.

[0063] The 4th piezo-electricity / electrostriction device 10d shown in drawing 1 (d), it belongs under the category of the piezo-electricity / electrostriction device of the 2nd format concerning this invention. Other configurations are the same although it differs in few parts of the configuration of a base with the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a the 4th piezo-electricity / electrostriction device 10d.

[0064] The 4th piezo-electricity / electrostriction device 10d, as shown in drawing 10 (b), it consists of piezo-electricity / electrostriction elements 12a and 12b of a base 15 and a pair. A base 15 Plate-like fixed part 15c which connects the moving part 15a and 15b of a left Uichi pair tabular [long], and both the moving part 15a and 15b of each other [in an end section side] with a narrow width, It consists of the reinforcement sections 15f and 15g of a left Uichi pair which prolong and contact the surface of fixed part 15c from the end section side upper limb of 15d of plate-like attachment sections which connect both the moving part 15a and 15b of each other [in an other end side], and each moving part 15a and 15b.

[0065] The base 15 is constituted identically to a base 11, if the point of providing each reinforcement sections 15f and 15g is removed. Moreover, negative 15A of a base 15 will constitute each moving part 15a and 15b, as shown in drawing 9 (a). As the reinforcement sections [which are prolonged in the method of outside from the end section side at each flank of right and left of opening 15e of H configuration / 15f and 15g] configuration part is provided, crookedness processing is carried out along with a two-dot chain line L1 and L2 grade as shown in drawing 9 (b), and shown in drawing 10 (a). The 4th piezo-electricity / electrostriction device 10d is formed by pasting up each piezo-electricity / electrostriction elements 12a and 12b on the lateral surface of each moving part 15a and 15b.

[0066] The 4th piezo-electricity / electrostriction device 10d, although the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a does so the same operation effect as abbreviation while having the same function, it has reinforced fixed part 15c by each reinforcement sections 15f and 15g especially. Although it has pasted up on fixed part 15c, as the adhesion means, the adhesion means by adhesives, such as spot welding, sticking by pressure, a caulking, soldering, low attachment, an epoxy resin, and UV hardening mold resin, etc. can be used for each reinforcement sections 15f and 15g. Also among these adhesion means, especially spot welding is desirable.

[0067] The 5th piezo-electricity / electrostriction device 10e shown in drawing 1 (e) belong under the category of the piezo-electricity / electrostriction device of the 2nd format concerning this invention. The 5th piezo-electricity / electrostriction device 10e differs in few parts of the configuration of a base the 4th piezo-electricity / electrostriction device 10d, and other configurations are the same.

[0068] A deer is carried out. The 5th piezo-electricity / electrostriction device 10e As shown in drawing 12 (b), it is what consists of piezo-electricity / electrostriction elements 12a and 12b of a base 16 and a pair. A base 16 Plate-like fixed part 16c which connects the moving part 16a and 16b of a left Uichi pair tabular [long], and both the moving part 16a and 16b of each other [in an end section side] with a narrow width, It consists of the reinforcement sections 16f and 16g crooked in the shape of a flange in the inside sense from 16d of plate-like attachment sections which connect both the moving part 16a and 16b of each other [in an other end side], and each edge of each moving part 16a and 16b.

[0069] The base 16 is constituted identically to a base 15, if an each reinforcement sections [16f and 16g] configuration removes a different point from the configuration which are each reinforcement sections 15f and 15g. Moreover, negative 16A of a base 16 is the thing which will constitute each moving part 16a and 16b and in which each flank of right and left of opening 16e of H configuration is carrying out the predetermined length protrusion in order, as shown in drawing 11 (a). As shown in this drawing (b) along with the two-dot chain line L1 shown in drawing 11 (a), and L2 grade, crookedness processing is carried out, and as shown in drawing 12 (a), the 5th piezo-electricity / electrostriction device 10e is formed by pasting up each piezo-electricity / electrostriction elements 12a and 12b on the lateral surface of each moving part 16a and 16b.

[0070] In addition, in the 5th piezo-electricity / electrostriction device 10e, although the reinforcement sections 16f and 16g are in the condition of not pasting up, as for fixed part 16c and 16d of attachment sections, it is much more desirable [the sections] to paste up on fixed part 16c and 16d of attachment sections. As an adhesion means, means, such as adhesion by adhesives, such as spot welding, sticking by pressure, a caulking, soldering, low attachment, an epoxy resin, and UV hardening mold resin, etc., are employable. Also among these adhesion means, especially spot welding is desirable.

[0071] Although the 5th piezo-electricity / electrostriction device 10e does so the same operation effect as abbreviation while having the same function, as for the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a, it has reinforced fixed part 16c and 16d of attachment sections by each reinforcement sections 16f and 16g especially.

[0072] The 6th piezo-electricity / electrostriction device 10f shown in drawing 1 (f), it belongs under the category of the piezo-electricity / electrostriction device of the 2nd format concerning this invention. Other configurations are the same although it differs from the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a the 6th piezo-electricity / electrostriction device 10f at the point which added the reinforcement member to the base.

[0073] A deer is carried out. The 6th piezo-electricity / electrostriction device 10f As shown in drawing

14 (b), it is what consists of piezo-electricity / electrostriction elements 12a and 12b of a base 17 and a pair. A base 17 Plate-like fixed part 17c which connects the moving part 17a and 17b of a left Uichi pair tabular [long], and both the moving part 17a and 17b of each other [in an end section side] with a narrow width, It consists of 17f of tabular reinforcement members which it was infixed between end section 17d of plate-like attachment sections which connect both the moving part 17a and 17b of each other [in an other end side], and each moving part 17a and 17b sides, and were pasted up on the surface of fixed part 17c.

[0074] Negative 17A of a base 17 is the thing of the same configuration as negative 11A of a substrate 11, as shown in drawing 13 (a). As are shown in drawing 13 (b), and crookedness processing is carried out in accordance with two-dot chain lines L1 and L2 and it is shown in drawing 14 (a) The 6th piezo-electricity / electrostriction device 10f is formed by pasting up 17f of reinforcement members on the surface of fixed part 17c between end section both the moving part 17a and 17b sides, and pasting up each piezo-electricity / electrostriction elements 12a and 12b on the lateral surface of each moving part 17a and 17b. The 6th piezo-electricity / electrostriction device 10f, while having the function that the 4th piezo-electricity / electrostriction device 10d is the same, the same operation effect as abbreviation is done so.

[0075] The 7th piezo-electricity / electrostriction device 10g shown in drawing 1 (g), it belongs under the category of the piezo-electricity / electrostriction device of the 2nd format concerning this invention. Other configurations are the same although the configuration of the fixed part of a base and the attachment section differs from the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a the 7th piezo-electricity / electrostriction device 10g.

[0076] The 7th piezo-electricity / electrostriction device 10g, as shown in drawing 16 (b), it consists of piezo-electricity / electrostriction elements 12a and 12b of a base 18 and a pair. The base 18 consists of plate-like fixed part 18c which connects the moving part 18a and 18b of a left Uichi pair tabular [long], and both the moving part 18a and 18b of each other [in an end section side] with a narrow width, and 18d of the plate-like attachment sections which connect both the moving part 18a and 18b of each other [in an other end side]. Fixed part 18c is carrying out the predetermined length protrusion of the predetermined length projection from the end section side of both the moving part 18a and 18b, and the 18d of the attachment sections from the other end side of both the moving part 18a and 18b. Therefore, fixed part 18c and 18d of attachment sections are expanded from fixed part 11c and 11d of attachment sections in the base 11 of the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a, and they have secured a big area.

[0077] The base 18 is constituted identically to a base 11, if the point that the area of fixed part 18c and 18d of attachment sections is expanded is removed. Moreover, negative 18A of a base 18 is that in which the part before and behind opening 18e of H configuration which will constitute fixed part 18c and 18d of attachment sections is carrying out the predetermined length protrusion in order, as shown in drawing 15 (a). As shown in drawing 15 (b), crookedness processing is carried out in accordance with two-dot chain lines L1 and L2, and as shown in drawing 16 (a), the 7th piezo-electricity / electrostriction device 10g is formed by pasting up each piezo-electricity / electrostriction elements 12a and 12b on the lateral surface of each moving part 18a and 18b.

[0078] The 7th piezo-electricity / electrostriction device 10g, although the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a does so the same operation effect as abbreviation while having the same function, especially, it can expand fixed part 18c and 18d of attachment sections, and can aim at expansion of the adhesion area to control-section-ed articles, such as expansion of the adhesion area to the gimbal of a suspension, and the magnetic head of a hard disk drive.

[0079] The 8th piezo-electricity / electrostriction device 20a shown in drawing 1 (h) belong under the category of the piezo-electricity / electrostriction device of the 1st format concerning this invention. As for the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a, the 8th piezo-electricity / electrostriction device 20a differs in the configuration of a base greatly.

[0080] A deer is carried out, as the 8th piezo-electricity / electrostriction device 20a is shown in drawing 18 (b), it consists of piezo-electricity / electrostriction elements 22a and 22b of a base 21 and a pair, and

the base 21 consists of plate-like fixed part 21c which connects mutually long tabular moving part 21a and 21b and both moving part 21a and 21b of a left Uichi pair by the end section side with a narrow width. However, the attachment section does not possess in the other end side of both the moving part 21a and 21b.

[0081] Negative 21A of the base 21 concerned carries out blanking processing of the plate, and is having 21d of openings of a portal configuration formed as shown in drawing 17 (a). 21d of openings is the thing of the configuration where at least notch **** opening was equipped with 3 [21d] for 21d 2 and 21d [of both / these / slots] other end side between 1 or 21d2 of side slots of the shape of a straight line of the pair prolonged in an order both-ends side in the flank of right and left of a plate. [1 or 21d] In each flank of right and left of negative 21A, in 2, as shown in this drawing (b), along with the center lines L1 and L2 prolonged in the longitudinal direction in the center of the width of face of 2, 21d [of these slots] 1 or 21d of 21d [of each side slot] 1 or 21d of bases 21 is formed in the right angle by carrying out crookedness processing. While 21d [of each side slot] 1 or 21d of side edge parts of 2 is formed in each moving part 21a and 21b by carrying out crookedness processing of each flank of right and left of negative 21A in this way, 21d part between 1 or 21d2 of method slots of both sides is formed in fixed part 21c.

[0082] Thus, as shown in the base 21 constituted by one by negative 21A at drawing 18 (a), piezo-electricity / electrostriction elements 22a and 22b are pasted up on the lateral surface of each of those moving part 21a and 21b through adhesives, and the piezo-electricity / electrostriction device 20a shown in this drawing (b) are formed. Although the formed piezo-electricity / electrostriction device 20a are used between the other end sides of both the moving part 21a and 21b where control-section-ed articles, such as the magnetic head, are pasted up, and it functions as the piezo-electricity / electrostriction device of this conventional seed format similarly, since the base 21 is constituted by negative of one sheet 21A in one, it does the operation effect like the following so.

[0083] That is, in the 8th piezo-electricity / electrostriction device 20a, it is the thing of the integral construction which a base 21 becomes from negative 21A, and since it consists of one component part, a component part can reduce the man day with a group of a component part, and can mitigate cost sharply while it becomes a base 21 and two kinds such as piezo-electricity / electrostriction elements 22a and 22b and can reduce sharply the component part of piezo-electricity / electrostriction device 20.

[0084] Moreover, in the 8th piezo-electricity / electrostriction device 20a, since there are very few components mark of a component part and there are also in jointing about that of each component parts, the variation in adhesion of each component parts has a nil or device property with a high precision which is not almost and was set up. [very few]

[0085] Moreover, in the 8th piezo-electricity / electrostriction device 20a, if it is in the formation, the dust which does not take a means to cut device original recording by many parts, and is generated at the time of cutting of device original recording, and contamination resulting from adhesion of other contaminations are not like the former. For this reason, if a base 21, and the piezo-electricity / electrostriction elements 22a and 22b are beforehand washed on the occasion of the assembly of the 8th piezo-electricity / electrostriction device 20, there is almost nothing, and washing of piezo-electricity / electrostriction device 20a can be omitted, or the assembled piezo-electricity / electrostriction device 20a have that there is no contamination or the big advantage that it can finish easily.

[0086] Anchoring of the control-section-ed article to the 8th piezo-electricity / electrostriction device 20a etc. is performed by fixing to the tip side inside 21a1 of both the moving part 21a and 21b, and 21b1 through adhesives. In this case, so that clearly, if drawing 19 which shows the piezo-electricity / electrostriction device 20c which is the modification of the piezo-electricity / the electrostriction device 20a concerned, and which is mentioned later is referred to When the height H1 of device 20a is lower than the height H2 of a control-section-ed article Device 20a and a control-section-ed article the height H3 in assembly ***** the height H2 of a control-section-ed article -- being the same ($H3=H2$) -- it becomes, the height H1 of device 20a can be disregarded, and there is an advantage which can carry out space-saving-ization further as compared with the piezo-electricity / electrostriction device of other gestalten of this invention.

[0087] In addition, in the prefabricated frame structure concerned, since it is the structure which sandwiches a control-section-ed article in both the moving part 21a and 21b, it is necessary to set it as a width-of-face size and EQC including the thickness of the adhesives layer between which the tip side inside 21a1 in both the moving part 21a and 21b and the gap of 21b1 are made to be placed with the width of face of a control-section-ed article. When this is neglected and the tip side inside 21a1 of both the moving part 21a and 21b and the gap of 21b1 are too narrow Components become impossible [assembly], without the ability arranging between the tip side inside 21a1 and 21b1, and with this, when the tip side inside 21a1 of both the moving part 21a and 21b and the gap of 21b1 are too large conversely, a control-section-ed article serves as assembly impossible, without the ability pasting the tip side inside 21a1 and both of 21b1.

[0088] Moreover, though the tip side inside 21a1 of both the moving part 21a and 21b and the gap of 21b1 can be set as the width-of-face size which components can arrange and can be pasted up on the tip side inside 21a1 and both of 21b1 when taking the prefabricated frame structure concerned If the thickness of the adhesives layer which pastes up a control-section-ed article on each tip side inside 21a1 and 21b1 varies, it will become the cause which displacement resonance of both the moving part 21a and 21b changes, and dispersion produces in a device property. For this reason, it enables it to create the base 21 which carried out crookedness processing in large quantities to high degree of accuracy by taking the press-forming means of high degree of accuracy in crookedness processing at the time of formation of a base 21. Dispersion in the thickness of the adhesives layer which pastes up components on each tip side inside 21a1 and 21b1 is lessened as much as possible by this, and dispersion in a device property is considering as the thing of very small quality.

[0089] The piezo-electricity / electrostriction device 20c which is the 1st modification which transformed the 8th piezo-electricity / electrostriction device 20a are shown in drawing 19 . As for piezo-electricity / electrostriction device 20a, the piezo-electricity / the electrostriction device 20c concerned make a basic configuration the same, and it differs in the configuration with piezo-electricity / electrostriction device 20a only in that the point of moving part 21a and 21b is bent inside. That is, each moving part 21a and 21b has the bending section 21a2 and 21b2 in a point. Each bending section 21a2 and 21b2 are bent about 180 degrees, the point of moving part 21a and 21b is formed in the inside, the bending section 21a2 and the medial surface of 21b2 have countered mutually, and both [these] medial surfaces serve as an attachment part of the control-section-ed article H. The control-section-ed article H is pasted up and attached in the bending section 21a2 and the medial surface of 21b2 through proper adhesives.

[0090] In addition, since the configuration of others of the piezo-electricity / the electrostriction device 20c concerned is the same as piezo-electricity / electrostriction device 20a, it attaches the sign same about the same configuration member and the same configuration part, and omits the detailed explanation.

[0091] A deer can be carried out, both the bending section 21a2 and 21b2 can prescribe the adhesion length and adhesion area to the control-section-ed article H in the piezo-electricity / the electrostriction device 20c concerned, and dispersion in the adhesion length of the control-section-ed article H between each devices and adhesion area can be canceled effectively. Thereby, dispersion in the value of the displacement resonance of device each resulting from dispersion in the adhesion length of the control-section-ed article H and adhesion area is cancelable.

[0092] In addition, it sets to the piezo-electricity / the electrostriction device 20c concerned. since the height H1 of device 20c is lower than the height H2 of a control-section-ed article as the operation effect of the 8th piezo-electricity / electrostriction device 20a has described The height H3 in the condition of having attached the control-section-ed article H in device 20c the height H2 of a control-section-ed article -- being the same ($H3=H2$) -- it becomes, the height H1 of a device 20 can be disregarded, and there is an advantage which can carry out space-saving-ization further as compared with the piezo-electricity / electrostriction device of other gestalten of this invention.

[0093] The piezo-electricity / electrostriction device 20d which is the 2nd modification which transformed the 8th piezo-electricity / electrostriction device 20a are shown in drawing 20 . The piezo-

electricity / the electrostriction device 20d concerned, a basic configuration is made the same, moving part 21a and 21b is formed in the thin band-like board with a stage, and piezo-electricity / electrostriction device 20a has become the refraction section 21a3 which the point of moving part 21a and 21b deflected inside more slightly than the subject section, and 21b3. The refraction section 21a3 of moving part 21a and 21b and 21b3 counter mutually, are located, and these refraction sections 21a3 and both the medial surfaces of 21b3 serve as an attachment part of the control-section-ed article H like both the bending section 21a2 in piezo-electricity / electrostriction device 20c, and 21b2. The control-section-ed article H is pasted up and attached in the refraction section 21a3 and the medial surface of 21b3 through proper adhesives. Therefore, the piezo-electricity / the electrostriction device 20d concerned, it functions as piezo-electricity / electrostriction device 20c similarly, and the same operation effect is done so.

[0094] In addition, since the configuration of others (the piezo-electricity / the electrostriction device 20d concerned) is the same configuration as piezo-electricity / electrostriction device 20c, the same configuration member as piezo-electricity / electrostriction device 20c and the same configuration part attach the same sign as piezo-electricity / electrostriction device 20c, and omit the detailed explanation.

[0095] The 9th piezo-electricity / electrostriction device 20b shown in drawing 1 (i) belong under the category of the piezo-electricity / electrostriction device of the 2nd format concerning this invention. As for the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a, the 9th piezo-electricity / electrostriction device 20b differs in the configuration of a base greatly.

[0096] A deer is carried out. The 9th piezo-electricity / electrostriction device 20b As shown in drawing 22 (b), it is what consists of piezo-electricity / electrostriction elements 22a and 22b of a base 23 and a pair. A base 23 It is constituted from plate-like [which connects fixed part 23c of a narrow width, and both the moving part 23a and 23b of each other / in an other end side / by plate-like / which connects the moving part 23a and 23b of a left Uichi pair tabular / long / and both the moving part 23a and 23b of each other / in an end section side / with a narrow width] by 23d of attachment sections of a narrow width.

[0097] Negative 23A of the base 23 concerned carries out blanking processing of the plate, and is having opening 23e of an abbreviation square formed as shown in drawing 21 (a). The base 23 is formed by crooking each flank of right and left of negative 23A at a right angle at each opening edge of opening 23e along with the center lines L1 and L2 prolonged in a longitudinal direction along this opening edge, as shown in this drawing (b). While the side edge part of each opening edge is formed in each moving part 23a and 23b by carrying out crookedness processing of each flank of right and left of negative 23A in this way, between the side edge parts of a double door opening edge is formed in fixed part 23c and 23d of attachment sections.

[0098] Thus, as shown in the base 23 constituted from negative 23A by one at drawing 22 (a), piezo-electricity / electrostriction elements 22a and 22b are pasted up on the lateral surface of each of those moving part 23a and 23b through adhesives, and the piezo-electricity / electrostriction device 20b shown in this drawing (b) are formed. Although the assembled piezo-electricity / electrostriction device 20b function as the piezo-electricity / electrostriction device of this conventional seed format similarly, since the base 23 is constituted by negative of one sheet 23A in one, it does so the same operation effect as the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a and the 8th piezo-electricity / electrostriction device 20a, and abbreviation.

[0099] Although fixed part 23c and 23d of attachment sections of the 9th piezo-electricity / the electrostriction device 20b concerned are small and the adhesion area to an actuator or a control-section-ed article is small, when the means which can join components firmly in a small adhesion area like spot welding, for example can be taken, a large fixed part and the attachment section will act as excessive **** (mass). The 9th piezo-electricity / the electrostriction device 20b concerned are different at this point in other piezo-electricity / electrostriction devices 10a-10g, can set up a part and resonance frequency without excessive mass highly, and has the advantage which can accelerate actuation of an actuator.

[0100] In the piezo-electricity / electrostriction devices 10a-10g concerning each above-mentioned

operation gestalt, and 20a-20d Although each openings 11e-18e, and 21d and 23e are pierced and formed in coincidence at the time of blanking processing in each bases 11-18 and the punching structure adopted as a negative which forms 21 and 23 About each openings 11e-18e of these negatives, and 21d and 23e, the negative pierced by the predetermined configuration can be formed with perforating process means, such as means other than a blanking means, for example, laser machining, an electron discharge method, drilling, ultrasonic machining, and etching. In these perforating process means, although weld flash may occur in a hole processing end face, weld flash is easily removable by etching processing or blast processing with means other than etching.

[0101] Moreover, a folding angle has the desirable thing of each piezo-electricity / electrostriction devices 10a-10g, bases (20a-20d) 11, 13-18, moving-part 11a that constitutes 21 and 23, and 11b-- it is supposed to fixed part 11c-- and 11d [of attachment sections]-- that it is almost perpendicular, and whenever [crossed-axes-angle] is more preferably made into $90^{\circ} \pm 1$ time $90^{\circ} \pm 5$ times $90^{\circ} \pm 10$ degrees. Moving part 11a and 11b -- If a folding angle shifts from 90 degrees, the displacement of the influence direction will become large. In addition, above-mentioned sign -- means having omitted other corresponding signs of a part, and it is using it in order to make a publication simple.

[0102] About the bases 11-18 which crookedness processing was carried out and were formed, and 21 and 23, it is desirable to give ultrasonic cleaning which uses a detergent, an organic solvent, etc. In ultrasonic cleaning, since a base does not break even if it strengthens power, dirt is easily removable with strong ultrasonic cleaning of power.

[0103] Moreover, although a base, and piezo-electricity / electrostriction element are formed in an exception object, respectively and each piezo-electricity / electrostriction element are constituted from each piezo-electricity / electrostriction devices 10a-10g, and 20a-20d by pasting the moving part of a base The part which serves as moving part of the negative before forming in a base in the piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention, Or piezo-electricity / electrostriction element can be directly formed in the moving part of a base at a base by forming membranes with means, such as a spatter, and CVD, MBE, or forming piezo-electricity / electrostriction layer, and an electrode with a sol gel process.

[0104] The piezo-electricity / electrostriction devices 10a-10g concerning each above-mentioned operation gestalt, and the piezo-electricity / electrostriction elements 12a, 12b, 22a, and 22b which constitute 20a-20d are equipped with the electrode of the pair for impressing electric field to piezo-electricity / electrostriction layer, and this, and are piezo-electricity / electrostriction elements, such as a uni-morph mold and a bimorph mold. Especially, the piezo-electricity / electrostriction element of a uni-morph mold are excellent in the stability of the displacement to derive, and since it is advantageous for lightweight-izing, it is suitable as a component part of piezo-electricity / electrostriction device.

[0105] The piezo-electricity / electrostriction elements 31-34 of several examples which are adopted as drawing 23 and drawing 24 suitable for piezo-electricity / electrostriction devices 10a-10g, and the piezo-electricity / electrostriction elements 12a, 12b, 22a, and 22b that constitute 20a-20d are shown.

[0106] The piezo-electricity / electrostriction element 31 shown in drawing 23 (a) are the things of 1 layer structure one piezo-electricity / electrostriction layer are [layer structure], and consists of the 1st and 2nd electrode 31b and 31c of piezo-electricity / electrostriction layer 31a, and a vertical pair, and terminals 31d and 31e of a pair. The piezo-electricity / electrostriction element 32 shown in this drawing (b) are the things of the two-layer structure where piezo-electricity / electrostriction layer is two-layer, and consists of piezo-electricity / electrostriction layers 32a and 32b, both piezo-electricity / electrostriction layer 32a, 1st electrode 32c that intervenes among 32b, 32d of the 2nd electrode which surrounds the lateral surface of both piezo-electricity / electrostriction layers 32a and 32b, and terminals 32e and 32f of a pair.

[0107] Moreover, the piezo-electricity / electrostriction elements 33 and 34 which are shown in drawing 24 are the things of 4 layer structures four piezo-electricity / electrostriction layers are [layer structures]. The piezo-electricity / electrostriction element 33 shown in this drawing (a) consist of the 1st and 2nd electrode 33e and 33f which intervenes between piezo-electricity / electrostriction layers 33a, 33b, 33c, and 33d, and these both piezo-electricity / electrostriction layers, and is surrounded, and

terminals 33g and 33h of a pair. Moreover, it consists of the 1st and 2nd electrode 34e and 34f which piezo-electricity / electrostriction element 33 differs in the arrangement part of a terminal, and the piezo-electricity / electrostriction element 34 shown in this drawing (b) intervene between piezo-electricity / electrostriction layers 34a, 34b, 34c, and 34d, and these both piezo-electricity / electrostriction layers, and is surrounded, and terminals 34g and 34h of a pair.

[0108] Each these piezo-electricity / electrostriction elements 31-34 are suitably adopted according to the use of piezo-electricity / electrostriction device as the piezo-electricity / electrostriction elements 12a, 12b, 22a, and 22b of each piezo-electricity / electrostriction device.

[0109] Although electrostrictive ceramics is used for the piezo-electricity / electrostriction layer which constitutes each piezo-electricity / electrostriction elements 31-34, it is also possible to use the electrostriction ceramics, strong dielectric ceramics, the antiferroelectric ceramics, etc. However, when using piezo-electricity / electrostriction device for magnetic-head positioning of a hard disk drive etc., since linearity with the amount of displacement of the attachment section, driver voltage, or output voltage is important, it is desirable to use the small material of distortion hysteresis. It is desirable that a coercive electric field uses a material 10kV [/mm] or less.

[0110] Specifically as a material for forming piezo-electricity / electrostriction layer, independence, such as lead zirconate, lead titanate, magnesium niobic acid lead, zinc niobic acid lead, manganese niobic acid lead, antimony stannic-acid lead, a manganese lead wolframate, cobalt niobic acid lead, barium titanate, a titanic-acid sodium bismuth, niobic acid potassium sodium, and a tantalic acid strontium bismuth, or such proper mixture can be mentioned. The material which uses lead zirconate, lead titanate, and magnesium niobic acid lead as a principal component especially, or the material which uses a titanic-acid sodium bismuth as a principal component is suitable.

[0111] A proper material can be added into the material for forming piezo-electricity / electrostriction layer, and the property of piezo-electricity / electrostriction layer can be adjusted to it. As add-in material, the independence of oxides, such as a lanthanum, calcium, strontium, molybdenum, a tungsten, barium, niobium, zinc, nickel, manganese, caesium, cadmium, chromium, cobalt, antimony, iron, an yttrium, a tantalum, a lithium, a bismuth, and tin, or the material which finally serves as an oxide, or such proper mixture can be mentioned.

[0112] For example, there is an advantage which can adjust a coercive electric field and a piezo-electric property by making the lead zirconate which is a principal component, lead titanate, magnesium niobic acid lead, etc. contain a lanthanum and strontium. In addition, addition of materials which are easy to vitrify, such as a silica, should be avoided. It is because materials which are easy to vitrify, such as a silica, tend to react with piezo-electricity / electrostriction layer at the time of heat treatment of piezo-electricity / electrostriction layer, the presentation is changed and a piezo-electric property is degraded.

[0113] The electrode which constitutes each piezo-electricity / electrostriction elements 31-34 is a solid-state at a room temperature, and it is desirable to be formed with the metallic material excellent in conductivity. As a metallic material, the simple substance of metals, such as aluminum, titanium, chromium, iron, cobalt, nickel, copper, zinc, niobium, molybdenum, a ruthenium, palladium, a rhodium, silver, tin, a tantalum, a tungsten, iridium, platinum, gold, and lead, or the alloy of these metals can be mentioned. Moreover, the cermet material which makes these metallic materials come to distribute the ceramics of the same material as piezo-electricity / electrostriction layer or a different material can also be used.

[0114] Each piezo-electricity / electrostriction elements 31-34 are in the condition which carried out the laminating of piezo-electricity / electrostriction layer, and each electrode of each other, and it is desirable to form by calcinating in one. In this case, it is desirable to adopt as an electrode what consists of refractory metal materials, such as platinum, palladium, or these alloys, and the electrode which consists of a cermet material which is the mixture of a refractory metal material, and the formation material of piezo-electricity / electrostriction layer and other ceramic materials. As for the thickness of an electrode, it is desirable to have the shape of a thin thin film as much as possible from becoming the factor which affects the displacement of piezo-electricity / electrostriction element. For this reason, in order for the electrode which is calcinated by piezo-electricity / electrostriction layer, and one, and is

formed in them to serve as the shape of a thin thin film as much as possible, as for the material which forms an electrode, it is desirable to use it with the gestalt of a metal paste, for example, a golden resinate paste, a platinum resinate paste, a silver resinate paste, etc.

[0115] The thickness of each piezo-electricity / electrostriction elements 31-34 has the desirable range of 40 micrometers - 180 micrometers, when using it as the piezo-electricity / electrostriction elements 12a, 12b, 22a, and 22b of the piezo-electricity / electrostriction device of each operation gestalt. The miniaturization of a device becomes difficult when it is easy to damage during handling when thickness is less than 40 micrometers, and thickness exceeds 180 micrometers. Moreover, like piezo-electricity / electrostriction elements 33 and 34, by considering as multilayer structure, piezo-electricity / electrostriction element makes the output increase, and can aim at expansion of the displacement of a device. Moreover, since the rigidity of a device improves by making piezo-electricity / electrostriction element into multilayer structure, the resonance frequency of a device becomes high and there is an advantage which can accelerate displacement actuation of a device.

[0116] Each piezo-electricity / electrostriction elements 31-34 are created with the means which cuts down many negatives of the large area which carries out the laminating of piezo-electricity / electrostriction layer, and the electrode by printing or tape forming, and comes to calcinate them in a predetermined size by the dicer, the slicer, a wire saw, etc. Since it is thin and the degree of hardness is low as compared with a well-known ceramic base, piezo-electricity / electrostriction elements 31-34 can set up the cutting speed of a negative quickly, and can carry out processing processing in large quantities at high speed.

[0117] Each piezo-electricity / electrostriction elements 31-34 are simple platy structures, and easily [handling], since surface area is small, there is little coating weight of dirt and they tend to remove dirt. However, since piezo-electricity / electrostriction element makes a ceramic material a subject, it needs to set up suitable washing conditions in ultrasonic cleaning. In the piezo-electricity / electrostriction element started from the negative, after carrying out precision washing by US washing, it is desirable among atmospheric air to remove completely the moisture which has entered into the detailed pore of a ceramic material, and the organic substance by heat-treating at 100 degrees C - 1000 degrees C.

[0118] As the piezo-electricity / electrostriction devices 10a-10g concerning each operation gestalt, and the piezo-electricity / electrostriction elements 12a, 12b, 22a, and 22b which constitute 20a-20d When adopting each piezo-electricity / electrostriction elements 31-34, as an adhesion means against the base of each piezo-electricity / electrostriction elements 31-34 It is desirable to use the adhesives of inorganic systems, such as resin system adhesives, such as an epoxy resin, UV resin, and hot melt adhesive, and glass, cement, solder, low material, and it can also use what mixed metal powder and ceramic powder in resin system adhesives. As for the degree of hardness of adhesives, 80 or more are desirable at Shore D.

[0119] In addition, in the part of the surface which the piezo-electricity / electrostriction element in a base paste up, it is desirable to perform split-face processing of a blast, etching, plating, etc. beforehand. By making surface roughness like jointing into about $Ra=0.1$ micrometer-5micrometer, adhesion area can be extended and bond strength can be raised. In this case, the one where the surface like jointing by the side of piezo-electricity / electrostriction element is also coarser is desirable. It is made not to arrange an electrode on the surface of the piezo-electricity / electrostriction layer of the lowest layer to flow through an electrode with a base.

[0120] In using solder and low material, in order to improve wettability as adhesives, it is desirable to arrange the electrode layer of a metallic material on the surface of piezo-electricity / electrostriction element. As for the thickness of adhesives, it is desirable that it is the range of 1 micrometer - 50 micrometers. Although the thinner one of the thickness of adhesives is desirable in respect of the point of reducing the displacement of a device, and dispersion of the resonance characteristic, and space-saving-izing, in order to secure properties, such as bond strength, displacement, and resonance, the optimal thickness is set up for every adhesives to adopt.

[0121] In case piezo-electricity / electrostriction element is pasted up on a base, as the electrode of piezo-electricity / electrostriction element becomes the fixed part side of a base, it pastes up so that piezo-electricity / electrostriction element may start the crookedness location of a fixed part completely.

Although it is desirable to make it in agreement with the edge by the side of the fixed part of a base, and to paste up, in order to make easy connection between the terminal of piezo-electricity / electrostriction element, and an external terminal, piezo-electricity / electrostriction element may make piezo-electricity / electrostriction element project from the edge of a base to the method of outside, and may be pasted up. However, since it is easy to damage as compared with the base which is metal, piezo-electricity / electrostriction element needs cautions for handling.

[0122] Drawing 25 shows the example which adopted piezo-electricity / electrostriction element 34 as each piezo-electricity / electrostriction elements 12a and 12b in the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a which belongs under the category of the piezo-electricity / electrostriction device of the 2nd format concerning this invention. Below, the configuration of the piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention, actuation, the operation effect, etc. are explained to details based on the 1st piezo-electricity / the electrostriction device 10a concerned as an example of representation which has the basic configuration of the piezo-electricity / electrostriction device applied to this invention in the 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a of the operation gestalt concerned.

[0123] In the piezo-electricity / the electrostriction device 10a concerned, when a part of piezo-electricity / electrostriction element 34 are located in fixed part 11c of a base 11, as shown in drawing 26 The minimum distance between the boundary sections of the 11d [of attachment sections] boundary section and fixed part 11c in the moving part 11a and 11b of a pair is set to L_a . When setting distance of the shorter one from a boundary portion with 11d of attachment sections, and moving part 12a and 12b to each electrodes [of piezo-electricity / electrostriction element 34 / 34e and 34f] one of edges to L_b , it is desirable that $(1-L_b/L_a)$ is 0.4 or more, and they are 0.5-0.8 much more preferably. When this value is less than 0.4, large displacement of a device cannot be taken. When this value is 0.5-0.8, it is easy to attain the displacement of a device, and coexistence of resonance. In this case, the configuration which pastes up piezo-electricity / electrostriction element 34 can also be taken only to one side of moving part 12a and 12b, and a more desirable operation gestalt can be told to it. In addition, it is also the same as when located in the part a part of whose piezo-electricity / electrostriction element 34 are 11d of attachment sections.

[0124] In the piezo-electricity / the electrostriction device 10a concerned, impression of each electrodes [of both piezo-electricity / electrostriction element 34 / 34e and 34f] voltage is performed through each terminals 34g and 34h. 34g of terminals [as opposed to one electrode 34e in an each terminals / 34g and 34h / location] is formed in the back twist of fixed part 11c, and 34h of terminals to 34h of electrodes of another side is formed in the wall twist of fixed part 11c. One of the terminals 34g and 34h can be made to be able to share with the ground of a base 11 between making it flow with a base 11, and can be omitted by it. Even if the width of face of the piezo-electricity / electrostriction element 34 to paste up does not need to be the same as the width of face of jointing of a base 11 (about jointing of moving part 11a and 11b) and it differs, it is satisfactory in any way on the function of a device.

[0125] The piezo-electricity / the electrostriction device 10a concerned are formed by SUS304 of 40 micrometers of board thickness in a base 11, and is formed in the overall length of 1.9mm, and magnitude with a full of 1.5mm. The piezo-electricity / electrostriction element 34 adopted as piezo-electricity / electrostriction elements 12a and 12b are the four-layer structures which used PZT, and the piezo-electricity / electrostriction layers [34a-34d] thickness of one layer is 15 micrometers and the thin film with which 3-micrometer platinum and each terminals 34g and 34h consist of a golden paste in each electrodes 34e and 34f. Each piezo-electricity / electrostriction element 34 are pasted up on the lateral surface of each moving part 11a and 11b with the heat-curing epoxy resin adhesive of 1 liquid.

[0126] In the piezo-electricity / the electrostriction device 10a concerned constituted in such magnitude, when the displacement of 11d of attachment sections at the time of making piezo-electricity / electrostriction element 34 drive by the 1kHz sine wave of driver voltage 20**20V was measured, it was **1.5 micrometers. Moreover, it was 45kHz when the resonance frequency which carries out the sweep of the frequency as sinusoidal-voltage**0.5V, and shows the maximum of displacement was measured.

[0127] Next, actuation of the piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention is explained based on the above-mentioned 1st piezo-electricity / electrostriction device 10a.

[0128] the condition which shows the piezo-electricity / the electrostriction device 10a concerned in drawing 26 at the time of un-operating [voltage is not impressed to each piezo-electricity / electrostriction elements 12a and 12b (34) to operate] -- it is -- the major axis m of piezo-electricity / electrostriction device 10a (major axis of fixed part 11c), and the medial axis n of 11d of attachment sections -- about -- I am doing one. As it is in this condition, for example, is shown in the wave form chart of drawing 27 (a), electrode 34e of the pair in one piezo-electricity / electrostriction element 12b and the sine wave Wb which has the predetermined bias potential Vb in 34f are applied, and as shown in this drawing (b), the sine wave Wa from which a phase differs about about 180 degrees is applied to the electrodes 34e and 34f of the pair in the piezo-electricity / electrostriction element 12a of another side in said sine wave Wb

[0129] A deer is carried out and the piezo-electricity / electrostriction layers 34a-34d in one piezo-electricity / electrostriction element 12b carry out contraction displacement in the direction of a principal plane in the phase where the voltage of maximum was impressed, as opposed to the electrodes 34e and 34f of the pair in one piezo-electricity / electrostriction element 12b.

[0130] Since the stress which makes it bend rightward [illustration] (the direction of arrow head A) to one moving-part 11b occurs in the piezo-electricity / the electrostriction device 10a concerned by this as shown, for example in drawing 28 , moving-part 11b bends in this direction. In this case, since the electrodes 34e and 34f of the pair in the piezo-electricity / electrostriction element 12a of another side will be in the condition that voltage is not impressed, moving-part 11a of another side follows bending of one moving-part 11b, and bends in moving-part 11b and this direction. Consequently, both the moving part 11a and 11b displaces rightward [illustration] to the major axis m of piezo-electricity / electrostriction device 10a. The amount of displacement of this displacement changes according to the maximum of applied voltage to each piezo-electricity / electrostriction elements 12a and 12b. The amount of displacement becomes large, so that the maximum of voltage becomes large.

[0131] When the piezo-electricity / electrostriction material which has a high coercive electric field as a layers [which constitute piezo-electricity / electrostriction element 34 especially / the piezo-electricity / electrostriction layers 34a-34d] component are adopted, you may make it adjust said bias potential so that the level of the minimum value may turn into negative level slightly as shown in the wave of the two-dot chain line of drawing 27 (a) and (b). In this case, the stress of the bending direction of one moving-part 11b and this direction occurs in moving-part 11a of another side, and the piezo-electricity's / electrostriction element's to which the bias potential's of negative level is impressed, for example, another side's, drive of piezo-electricity / electrostriction element 12a enables it to enlarge more the amount of displacement which is 11d of attachment sections. The piezo-electricity / electrostriction elements 12a and 12b to which the bias potential of negative level is impressed can give the function to support the piezo-electricity / electrostriction elements 12b and 12a which serve as a subject of displacement actuation, by using the wave shown according to the thing two-dot chain line in drawing 27 (a) and (b), if it puts in another way.

[0132] Thus, in the piezo-electricity / the electrostriction device 10a concerned, since displacement with minute piezo-electricity / electrostriction elements 12a and 12b will be amplified by big displacement actuation using bending of both the moving part 11a and 11b and will be transmitted to both the moving part 11a and 11b, 11d of attachment sections becomes possible [carrying out displacement greatly to the major axis m of piezo-electricity / electrostriction device 10a].

[0133] In the piezo-electricity / the electrostriction device 10a concerned, in order to demonstrate the function much more certainly, considering as following is desirable. That is, in order to make displacement actuation of 11d of attachment sections into a positive thing, it is desirable to make or more [of thickness b of moving part 11a and 11b] into $1/2$ distance L_d the amount of [of piezo-electricity / electrostriction elements 12a and 12b / L_c] substantial mechanical component starts fixed part 11c or 11d of attachment sections. moreover, the ratio of the distance c between the walls of moving part 11a and 11b (distance of X shaft orientations), and the width of face d of moving part 11a and 11b (distance of Y shaft orientations) -- it constitutes so that c/d may be set to 0.5-20. the ratio concerned -- c/d is 1-15 preferably and is 1-10 still more preferably. the ratio concerned -- the default value of c/d --

the displacement of 11d of attachment sections -- it is the convention based on having enlarged the amount and having carried out learning of the ability obtaining the displacement in an X-axis-Z axial plane dominantly.

[0134] a ratio with the distance c between substantial movable length e (distance of Z shaft orientations) in the moving part 11a and 11b of an overall length e0, and the wall of moving part 11a and 11b -- e/c is 0.5-10 preferably and is 0.5-5 still more preferably. The short thing of the length f1 (distance of Z shaft orientations) of the connection section with 11d of attachment sections and moving part 11a and 11b and the length f2 (distance of Z shaft orientations) of the connection section of fixed part 11c and moving part 11a and 11b is desirable. By shortening 11d of attachment sections, lightweight-izing of a device and increase of resonance frequency can be aimed at. However, in order to secure the rigidity of X shaft orientations of 11d of attachment sections and to make the displacement into a positive thing, it is desirable to make preferably the ratio f1 with thickness b of moving part 11a and 11b / f2 [b and]/b or more into five two or more. Moreover, distance e1y to distance e1x and fixed part L1 to 11c or 11d of attachment sections from the crookedness location L1 of a base 11 to moving-part 12a is $>(e1\ x/b)\ 1$ and $>(e1\ y/b)\ 1$, and it is desirable that it is two or more, respectively.

[0135] As for the actual size like each part of the piezo-electricity / the electrostriction device 10a concerned, it is important to set up the adhesion area of 11d of attachment sections for attaching components and fixed part 11c in consideration of the reinforcement of the whole adhesion area for anchoring and a whole device, such as adhesion area for attaching in other members and a terminal for electrodes, endurance, the required amount of displacement and resonance nature, driver voltage, etc.

[0136] Specifically, 100 micrometers - 2000 micrometers of distance c between the walls of moving part 11a and 11b are 200 micrometers - 1600 micrometers still more preferably preferably. 50 micrometers - 2000 micrometers of width of face d of moving part 11a and 11b are 100 micrometers - 500 micrometers still more preferably preferably.

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is perspective diagram (a) - (i) which shows nine kinds of operation gestalten which are the piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention.

[Drawing 2] It is a perspective diagram in the condition of having carried the control-section-ed article of the 1st piezo-electricity / electrostriction device which is the 2nd format concerning this invention.

[Drawing 3] They are the perspective diagram (a) of the negative of the base which constitutes the 1st piezo-electricity / electrostriction device, and the perspective diagram (b) of the base formed by carrying out crookedness processing of this negative.

[Drawing 4] They are the perspective diagram (a) showing the condition of assembling the 1st piezo-electricity / electrostriction device, and the perspective diagram (b) of the assembled piezo-electricity / electrostriction device.

[Drawing 5] They are the perspective diagram (a) of the negative of the base which constitutes the 2nd piezo-electricity / electrostriction device which is the 2nd format concerning this invention, and the perspective diagram (b) of the base formed by carrying out crookedness processing of this negative.

[Drawing 6] They are the perspective diagram (a) showing the condition of assembling the 2nd piezo-electricity / electrostriction device, and the perspective diagram (b) of the assembled piezo-electricity / electrostriction device.

[Drawing 7] They are the perspective diagram (a) of the negative of the base which constitutes the 3rd piezo-electricity / electrostriction device which is the 2nd format concerning this invention, and the perspective diagram (b) of the base formed by carrying out crookedness processing of this negative.

[Drawing 8] They are the perspective diagram (a) showing the condition of assembling the 3rd piezo-electricity / electrostriction device, and the perspective diagram (b) of the assembled piezo-electricity / electrostriction device.

[Drawing 9] They are the perspective diagram (a) of the negative of the base which constitutes the 4th piezo-electricity / electrostriction device which is the 2nd format concerning this invention, and the perspective diagram (b) of the base formed by carrying out crookedness processing of this negative.

[Drawing 10] They are the perspective diagram (a) showing the condition of assembling the 4th piezo-electricity / electrostriction device, and the perspective diagram (b) of the assembled piezo-electricity / electrostriction device.

[Drawing 11] They are the perspective diagram (a) of the negative of the base which constitutes the 5th piezo-electricity / electrostriction device which is the 2nd format concerning this invention, and the perspective diagram (b) of the base formed by carrying out crookedness processing of this negative.

[Drawing 12] They are the perspective diagram (a) showing the condition of assembling the 5th piezo-electricity / electrostriction device, and the perspective diagram (b) of the assembled piezo-electricity / electrostriction device.

[Drawing 13] They are the perspective diagram (a) of the negative of the base which constitutes the 6th piezo-electricity / electrostriction device which is the 2nd format concerning this invention, and the perspective diagram (b) of the base formed by carrying out crookedness processing of this negative.

[Drawing 14] They are the perspective diagram (a) showing the condition of assembling the 6th piezo-electricity / electrostriction device, and the perspective diagram (b) of the assembled piezo-electricity / electrostriction device.

[Drawing 15] They are the perspective diagram (a) of the negative of the base which constitutes the 7th piezo-electricity / electrostriction device which is the 7th operation gestalt, and the perspective diagram (b) of the base formed by carrying out crookedness processing of this negative.

[Drawing 16] They are the perspective diagram (a) showing the condition of assembling the 7th piezo-electricity / electrostriction device, and the perspective diagram (b) of the assembled piezo-electricity / electrostriction device.

[Drawing 17] They are the perspective diagram (a) of the negative of the base which constitutes the 8th piezo-electricity / electrostriction device which is the 1st format concerning this invention, and the perspective diagram (b) of the base formed by carrying out crookedness processing of this negative.

[Drawing 18] They are the perspective diagram (a) showing the condition of assembling the 8th piezo-electricity / electrostriction device, and the perspective diagram (b) of the assembled piezo-electricity / electrostriction device.

[Drawing 19] It is a perspective diagram in the condition of having carried the control-section-ed article in which the 1st modification of the 8th piezo-electricity / electrostriction device is shown.

[Drawing 20] It is the perspective diagram showing the 2nd modification of the 8th piezo-electricity / electrostriction device.

[Drawing 21] They are the perspective diagram (a) of the negative of the base which constitutes the 9th piezo-electricity / electrostriction device which is the 2nd format concerning this invention, and the perspective diagram (b) of the base formed by carrying out crookedness processing of this negative.

[Drawing 22] They are the perspective diagram (a) showing the condition of assembling the 9th piezo-electricity / electrostriction device, and the perspective diagram (b) of the assembled piezo-electricity / electrostriction device.

[Drawing 23] They are the perspective diagram (a) of each piezo-electricity / electrostriction element of two examples adopted as the piezo-electricity / electrostriction element which constitutes the piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention, and (b).

[Drawing 24] They are the perspective diagram (a) of each of other piezo-electricity / electrostriction element of two examples adopted as the piezo-electricity / electrostriction element which constitutes the piezo-electricity / electrostriction device concerning this invention, and (b).

[Drawing 25] It is the perspective diagram of the 1st piezo-electricity / electrostriction device which comes to adopt the piezo-electricity / electrostriction element shown in drawing 23 (b) as piezo-electricity / an electrostriction element.

[Drawing 26] It is the plan of the non-operating state of the said piezo-electricity / electrostriction device.

[Drawing 27] They are (a) which is the wave form chart of the voltage impressed to each piezo-electricity / electrostriction element of the said piezo-electricity / electrostriction device, and (b).

[Drawing 28] It is the plan of the operating state of the said piezo-electricity / electrostriction device.

[Drawing 29] It is the perspective diagram showing the 1st modification of the 1st piezo-electricity / electrostriction device.

[Drawing 30] It is the perspective diagram showing the 2nd modification of the 1st piezo-electricity / electrostriction device.

[Drawing 31] It is the perspective diagram of the 10th piezo-electricity / electrostriction device which is the 3rd format concerning this invention.

[Drawing 32] the perspective diagram (a) of the negative of the base which constitutes the said piezo-electricity / electrostriction device -- and

[Drawing 33] It is the perspective diagram of the 11th piezo-electricity / electrostriction device which is the 3rd format concerning this invention.

[Drawing 34] They are the perspective diagram (a) of the negative of the base which constitutes the said piezo-electricity / electrostriction device, and the perspective diagram (b) of the base formed by carrying

out crookedness processing of this negative.

[Drawing 35] It is the perspective diagram of the hard disk drive which carried the 10th piezo-electricity / electrostriction device.

[Drawing 36] It is the plan (a) and this side elevation (b) of the suspension in which the said piezo-electricity / electrostriction device was carried.

[Description of Notations]

10a-10f, ten a1, ten a2 -- Piezo-electricity / electrostriction device, 11 -- Base, 11A [-- Attachment section,] -- A negative, 11a, 11b -- Moving part, 11c -- A fixed part, 11d 11c1, 11d1 -- The hollow section, 11c2, 11d2 -- A through hole, 11e -- Opening, Elevenel, 11e2 -- A side slot, 11e3 -- A central slot, 12a, 12b -- Piezo-electricity / electrostriction element, 13 [-- Circle-like flection,] -- A base, 13A -- A negative, 13a, 13b -- Moving part, 13a1, 13b1 13c [-- A base, 14A / -- Negative,] -- A fixed part, 13d -- The attachment section, 13e -- Opening, 14 14a, 14b -- Moving part, 14a1, 14b1 -- A thin-walled part, 14c -- Fixed part, 14d [-- A negative, 15a 15b / -- Moving part,] -- The attachment section, 14e -- Opening, 15 -- A base, 15A 15c [-- Reinforcement section,] -- A fixed part, 15d -- The attachment section, 15e -- Opening, 15f, 15g 16 [-- Fixed part,] -- A base, 16A -- A negative, 16a, 16b -- Moving part, 16c 16d [-- Base,] -- The attachment section, 16e -- Opening, 16f, 16g -- The reinforcement section, 17 17A [-- Attachment section,] -- A negative, 17a, 17b -- Moving part, 17c -- A fixed part, 17d 17e [-- A negative, 18a, 18b / -- Moving part,] -- Opening, 17f -- A reinforcement member, 18 -- A base, 18A 18c -- A fixed part, 18d -- The attachment section, 18e -- Opening, 20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20f -- Piezo-electricity / electrostriction device, 21 -- A base, 21A -- Negative, 21a, 21b -- Moving part, 21a1, 21b1 -- A tip side inside, 21a2, 21b2 -- Bending section, 21a3, 21b3 [-- Side slot,] -- The refraction section, 21c -- A fixed part, 21d -- Opening, 21d1, 21d2 21d3 -- At least opening is 22a and 22b. -- Piezo-electricity / electrostriction element, 23 -- Base, 23A [-- Attachment section,] -- A negative, 23a, 23b -- Moving part, 23c -- A fixed part, 23d 23e [-- Moving part,] -- Opening, 24 -- A base, 24A -- A negative, 24a, 24b 24c [-- Side edge section,] -- A fixed part, 24d -- The attachment section, 24e -- The connection section, 24e1, 24e2 24f1, 24f2 [-- Moving part,] -- Opening, 25 -- A base, 25A -- A negative, 25a, 25b 25c [-- Side edge section,] -- A fixed part, 25d -- The attachment section, 25e -- The connection section, 25e1, 25e2, 25e3, 25e4 25f1, 25f2, 25f3 -- Opening, 31, 32, 33, 34 -- Piezo-electricity / electrostriction element, 31a, 32a, 32b, 33a-33d, 34a-34d -- Piezo-electricity / electrostriction layer, 31b, 31c, 32c, 32d, 33e, 33f, 34e, 34f -- An electrode, 31d, 31d, 32e, 32f, 33g, 33h, 34g, 34h -- Terminal. 40 [-- A magnet, 44 / -- An arm, 45 / -- A suspension, 46 / -- A magnetic disk, 47 / -- Magnetic head.] -- A hard disk drive, 41 -- The base, 42 -- A voice coil, 43

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] They are the piezo-electricity / electrostriction device which it is the piezo-electricity / electrostriction device characterized by providing the following, said base consists of plates of one sheet, and said fixed part presents plate-like, and is characterized by for said each moving part having done predetermined height standing up from each side edge section of said fixed part, having countered mutually, and having extended exceeding the other end of this fixed part along with each side edge section of a fixed part. A base which has a fixed part which connects mutually moving part and both [these] moving part of a left Uichi pair at an end section side The piezo-electricity / electrostriction element arranged in one [at least] side of said both moving part of this base

[Claim 2] The piezo-electricity / electrostriction device characterized by a slit-like slot which extends from an other end side of this fixed part intervening in piezo-electricity / electrostriction device according to claim 1 between the side edge sections of a base of each moving part which constitutes said base, and said fixed part.

[Claim 3] They are the piezo-electricity / electrostriction device which it is the piezo-electricity / electrostriction device characterized by providing the following, said base consists of plates of one sheet, and said stationary plate and said tie-down plate present plate-like, and is characterized by for said each moving part having done predetermined height standing up from each side edge section of said fixed part and said attachment section, having countered mutually, and having extended along with each side edge section of this fixed part and said attachment section. A base which has a fixed part which connects moving part of a left Uichi pair, and both [these] moving part of each other [in an end section side], and the attachment section which connected both [these] moving part of each other [in an other end side], and has been separated mutually [said fixed part] The piezo-electricity / electrostriction element arranged in one [at least] side of said both moving part of this base

[Claim 4] The piezo-electricity / electrostriction device characterized by for a slit-like slot which extends in a longitudinal direction intervening in piezo-electricity / electrostriction device according to claim 3 between the end sections of the other end of said fixed part which constitutes said base, and said attachment section, and a slit-like slot which extends in a lengthwise direction intervening between the side edge sections of a base of each of said moving part, said fixed part, and said attachment section.

[Claim 5] The piezo-electricity / electrostriction device characterized by a slot of the shape of a rectangle prolonged in a longitudinal direction and a lengthwise direction intervening in piezo-electricity / electrostriction device according to claim 3 between the end sections of the other end of said fixed part which constitutes said base, and said attachment section.

[Claim 6] It is the piezo-electricity / electrostriction device characterized by providing the following, said base consists of plates of one sheet, and said stationary plate and said tie-down plate present plate-like. Said each moving part They are the piezo-electricity / electrostriction device characterized by carrying out predetermined height standing up from each side edge section of said fixed part and said attachment section, countering mutually, and extending along with each side edge section of this fixed part and said attachment section, and locating said each moving part, said fixed part, and said attachment

section in central space circles of said connection section. A base which has a fixed part which connects moving part of a left Uichi pair, and both [these] moving part of each other [in an end section side], the attachment section which connected both [these] moving part of each other [in an other end side], and has been separated mutually [said fixed part], and this attachment section and the connection section which surrounds this attachment section, said each moving part, and said fixed part by one The piezo-electricity / electrostriction element arranged in one [at least] side of said both moving part of this base

[Claim 7] They are the piezo-electricity / electrostriction device characterized by an end section side of said fixed part in said central space section of said connection section being in a closing condition in piezo-electricity / electrostriction device according to claim 6.

[Claim 8] They are the piezo-electricity / electrostriction device characterized by an end section side of said fixed part in said central space section of said connection section being in an open condition in piezo-electricity / electrostriction device according to claim 6.

[Claim 9] The connection section between each side edge section of a base of each of said moving part which constitutes said base in piezo-electricity / electrostriction device according to claim 1 or 2, and said fixed part is the piezo-electricity / electrostriction device characterized by presenting the shape of a circle.

[Claim 10] The connection section between each side edge section of a base of each of said moving part which constitutes said base in piezo-electricity / electrostriction device according to claim 3, 4, 5, 6, 7, 8, or 9, said fixed part, and said attachment section is the piezo-electricity / electrostriction device characterized by presenting the shape of a circle.

[Claim 11] Said each moving part which constitutes said base in piezo-electricity / electrostriction device according to claim 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, or 10 is the piezo-electricity / electrostriction device characterized by forming at least pars intermedia of the length direction thinly as compared with other parts.

[Claim 12] Said each moving part which constitutes said base in piezo-electricity / electrostriction device according to claim 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, or 11 is the piezo-electricity / electrostriction device characterized by providing the reinforcement section which is crooked and prolonged at the edge by the side of said fixed part from an upper limb of this edge, and contacts it on the surface of said fixed part.

[Claim 13] Said each moving part which constitutes said base in piezo-electricity / electrostriction device according to claim 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, or 11 is the piezo-electricity / electrostriction device characterized by providing the reinforcement section which is crooked at the edge by the side of said fixed part from the edge of this edge, is prolonged at it to the inside, and contacts it on the surface of said fixed part.

[Claim 14] The piezo-electricity / electrostriction device characterized by a reinforcement member intervening in piezo-electricity / electrostriction device according to claim 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, or 11 among said each moving part in said fixed part which constitutes said base.

[Claim 15] Said fixed part which constitutes said base in piezo-electricity / electrostriction device given in claims 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, or 14 is the piezo-electricity / electrostriction device characterized by having extended from an end section side of each of said moving part, and being expanded as compared with a case where it is located in said each moving part.

[Claim 16] Said attachment section which constitutes said base in piezo-electricity / electrostriction device according to claim 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, or 14 is the piezo-electricity / electrostriction device characterized by having extended from an other end side of each of said moving part, and being expanded as compared with a case where it is located in said each moving part.

[Claim 17] They are the piezo-electricity / electrostriction device characterized by said base consisting of metal plates in piezo-electricity / electrostriction device given in claims 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, or 16.

[Claim 18] It is the method of manufacturing piezo-electricity / electrostriction device characterized by providing the following. A possible plate of crookedness processing by flexibility is adopted as a formation material of said base. This plate A manufacture method of of the piezo-electricity /

electrostriction device characterized by carrying out blanking processing, forming the punching structure in a configuration which developed said base to a plane, and forming a base which is crooked in a predetermined part of this punching structure, and has said each moving part and said fixed part A base which has a fixed part which connects mutually moving part and both [these] moving part of a left Uichi pair at an end section side The piezo-electricity / electrostriction element arranged in one [at least] side of said both moving part of this base

[Claim 19] In a manufacture method of of piezo-electricity / electrostriction device according to claim 18 said punching structure It has opening of a portal configuration which consists of notch **** opening a part between a side slot of the shape of a straight line of a pair prolonged along with the side edge section in a flank of right and left of a rectangular plate, and both [these] slots. A manufacture method of of the piezo-electricity / electrostriction device characterized by forming a part between the side and said each slot in said fixed part while forming said each side edge section in said each moving part by carrying out crookedness processing of each side edge section of said plate along said side slot.

[Claim 20] It is the method of manufacturing piezo-electricity / electrostriction device characterized by providing the following. A possible plate of crookedness processing by flexibility is adopted as a formation material of said base. This plate A manufacture method of of the piezo-electricity / electrostriction device characterized by carrying out blanking processing, forming the punching structure in a configuration which developed said base to a plane, and forming a base which is crooked in a predetermined part of this punching structure, and has said each moving part and said fixed part A base which has a fixed part which connects moving part of a left Uichi pair, and both [these] moving part of each other [in an end section side], and the attachment section which connected both [these] moving part of each other [in an other end side], and has been separated mutually [said fixed part] The piezo-electricity / electrostriction element arranged in one [at least] side of said both moving part of this base

[Claim 21] In a manufacture method of of piezo-electricity / electrostriction device according to claim 20 said punching structure It has opening of H configuration which consists of a central slot of the shape of a straight line which connects mutually straight line-like a side slot and a method slot of these both sides of a pair prolonged along with the side edge section in a flank of right and left of a rectangular plate in pars intermedia. A manufacture method of of the piezo-electricity / electrostriction device characterized by forming a part between the side and said each slot in said fixed part and said attachment section while forming said each side edge section in said each moving part by carrying out crookedness processing of each side edge section of said plate along said side slot.

[Claim 22] By said punching structure's having rectangular opening in the center section of the rectangular plate, and carrying out crookedness processing of each side edge section of said plate along with the side edge section of said opening in a manufacture method of of piezo-electricity / electrostriction device according to claim 20 A manufacture method of of the piezo-electricity / electrostriction device characterized by forming a part between the side and said each slot in said fixed part and said attachment section while forming said each side edge section in said each moving part.

[Claim 23] It is the method of manufacturing piezo-electricity / electrostriction device characterized by providing the following. A possible plate of crookedness processing by flexibility is adopted as a formation material of said base. This plate A manufacture method of of the piezo-electricity / electrostriction device characterized by carrying out blanking processing, forming the punching structure in a configuration which developed said base to a plane, and forming a base which is crooked in a predetermined part of this punching structure, and has said each moving part, said fixed part, said attachment section, and said connection section A base which has a fixed part which connects moving part of a left Uichi pair, and both [these] moving part of each other [in an end section side], the attachment section which connected both [these] moving part of each other [in an other end side], and has been separated mutually [said fixed part], and this attachment section and the connection section which surrounds this attachment section, said each moving part, and said fixed part by one The piezo-electricity / electrostriction element arranged in one [at least] side of said both moving part of this base

[Claim 24] In a manufacture method of of piezo-electricity / electrostriction device according to claim 23, while said punching structure has the rectangular plate section inside central opening of a rectangular

plate It has opening of H configuration which consists of a central slot of the shape of a straight line which connects mutually straight line-like a side slot and a method slot of these both sides of a pair prolonged along with the side edge section in a flank of right and left of this plate section in pars intermedia. By carrying out crookedness processing along said side slot, each side edge section of said plate section A manufacture method of of the piezo-electricity / electrostriction device characterized by forming said each side edge section in said each moving part, and forming a part between the side and said each slot in said fixed part and said attachment section, and forming a part of a periphery of said central opening in said connection section.

[Claim 25] It is the manufacture method of of the piezo-electricity / electrostriction device characterized by carrying out blanking of the opening of said punching structure to blanking processing of said plate and coincidence in a manufacture method of of piezo-electricity / electrostriction device according to claim 18, 19, 20, 21, 22, 23, or 24, and being formed, or being formed in a perforating process after blanking processing of said plate.

[Translation done.]

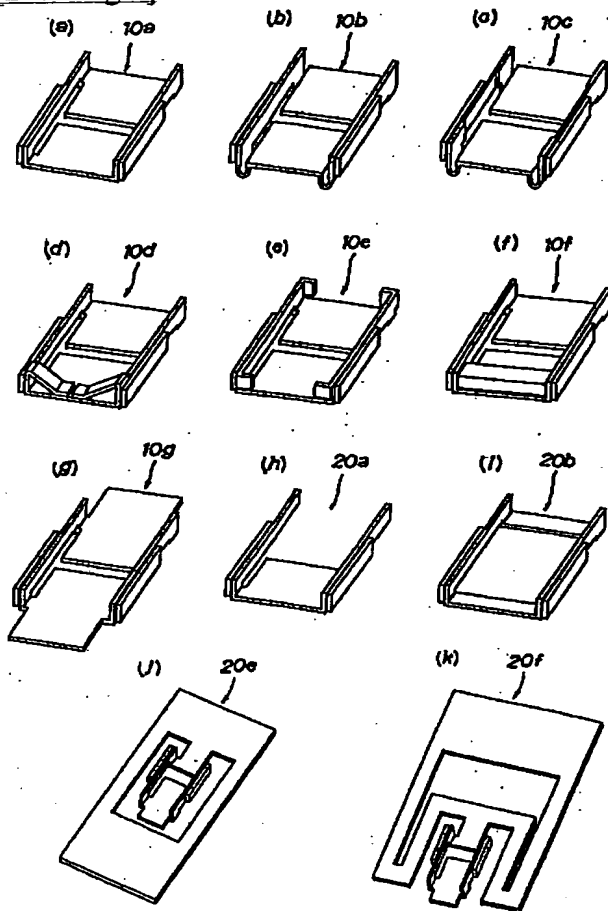
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

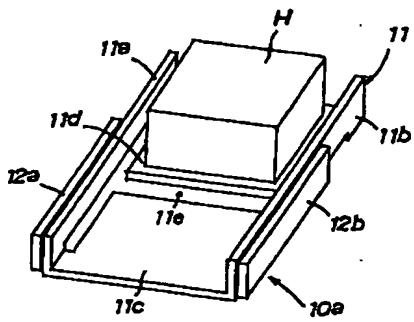
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

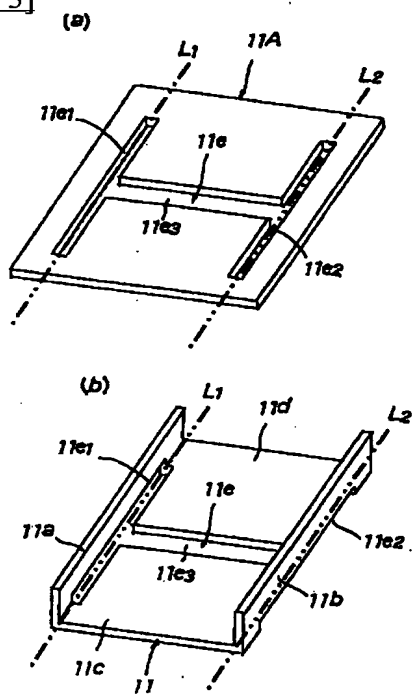
[Drawing 1]



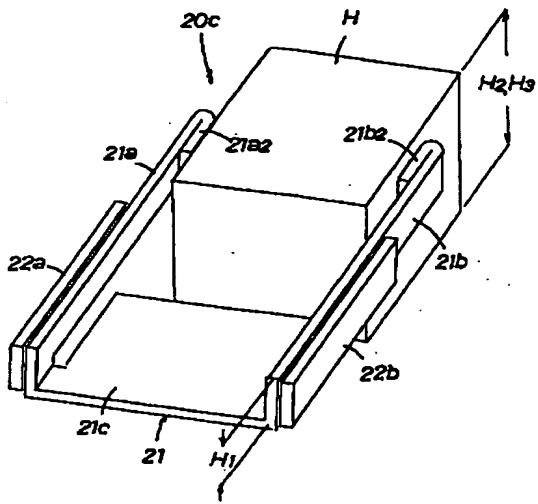
[Drawing 2]



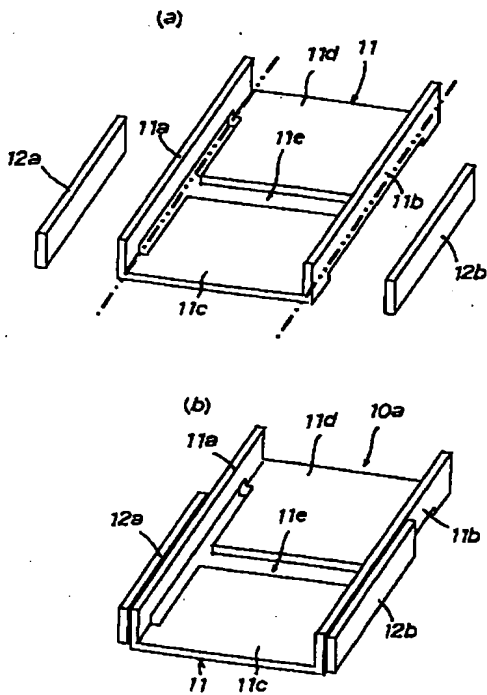
[Drawing 3]



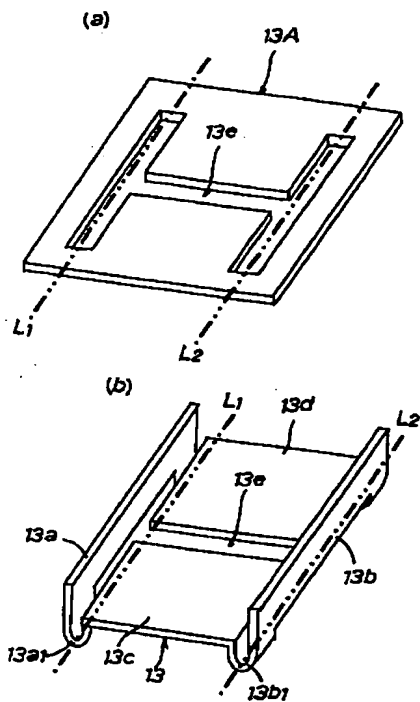
[Drawing 19]



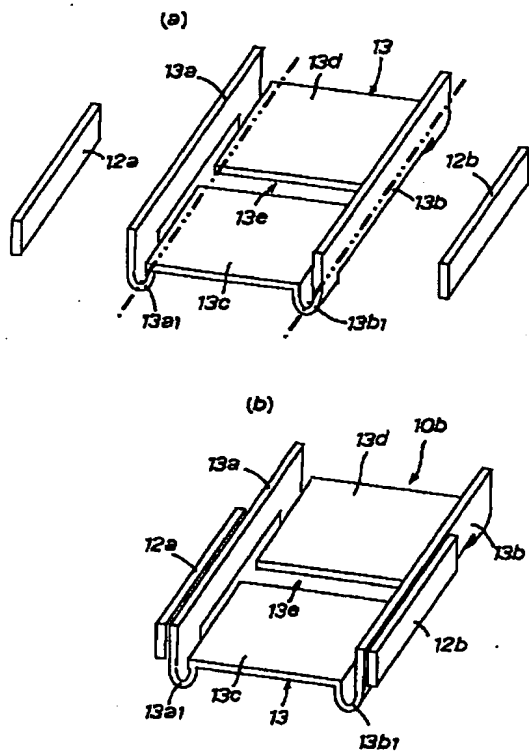
[Drawing 4]



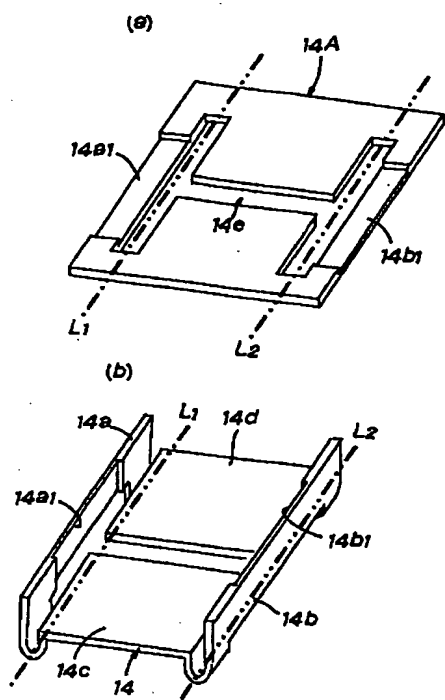
[Drawing 5]



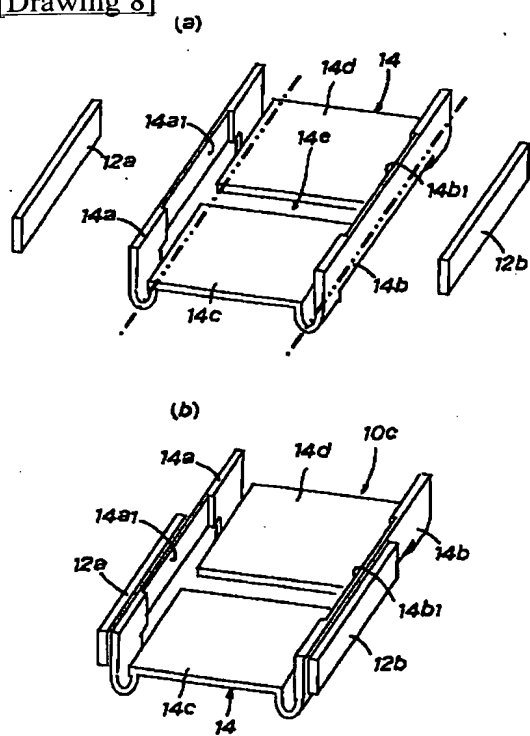
[Drawing 6]



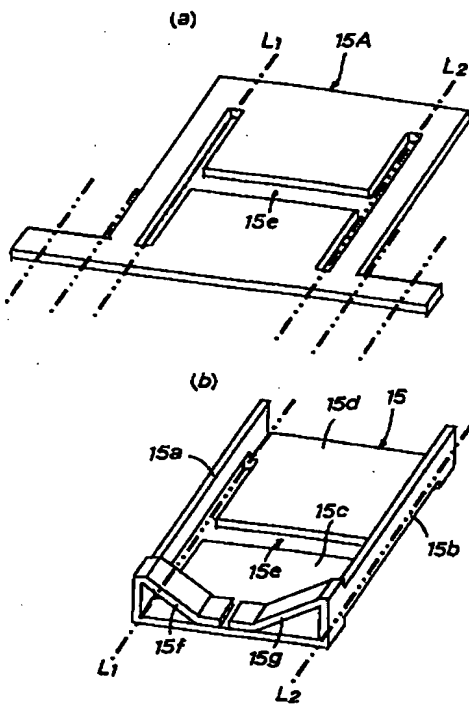
[Drawing 7]



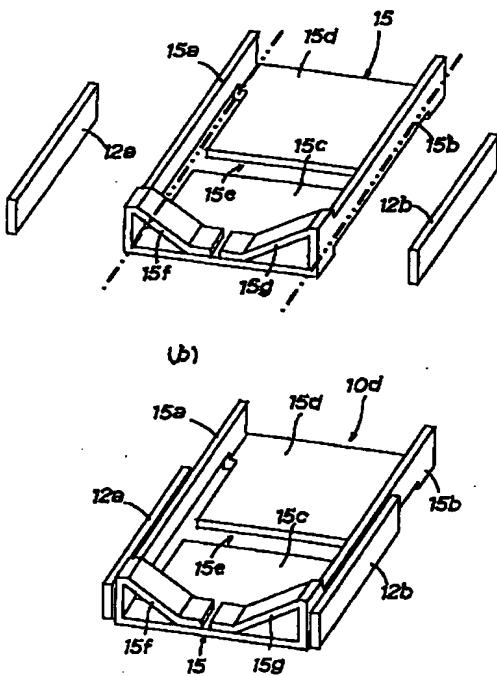
[Drawing 8]



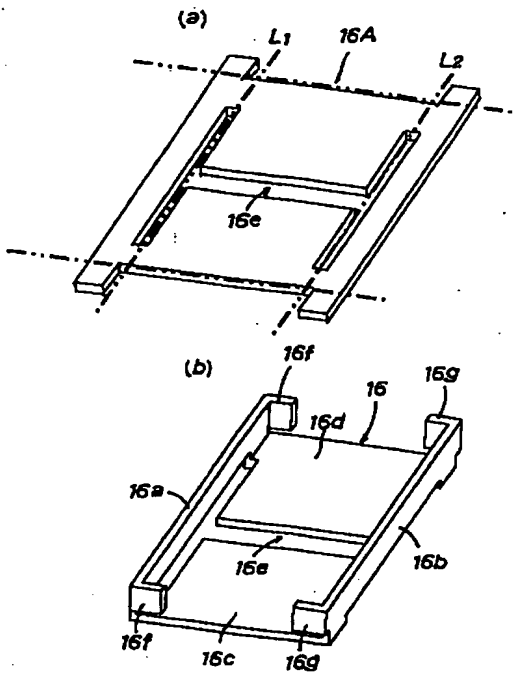
[Drawing 9]



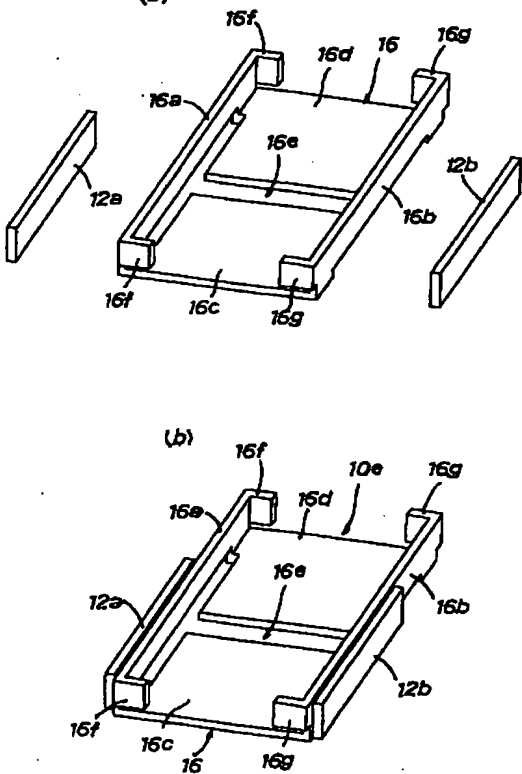
[Drawing 10]
(a)



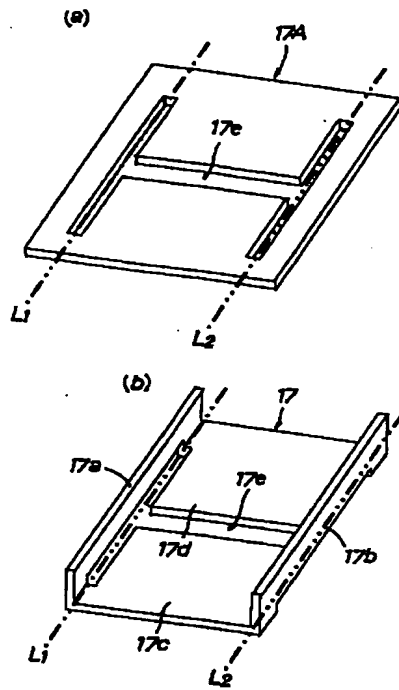
[Drawing 11]



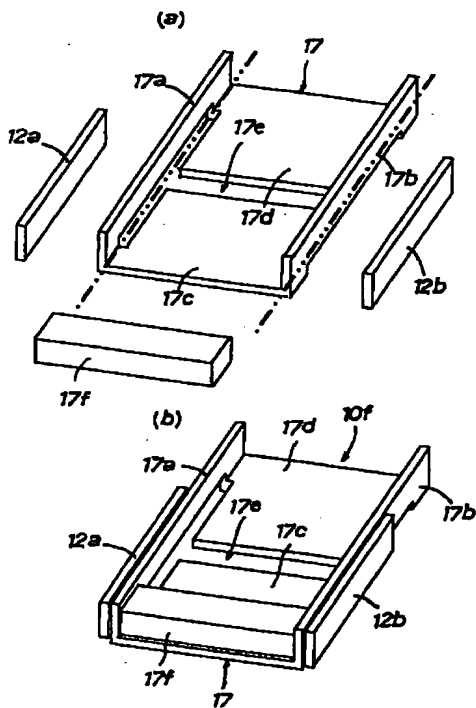
[Drawing 12]
(a)



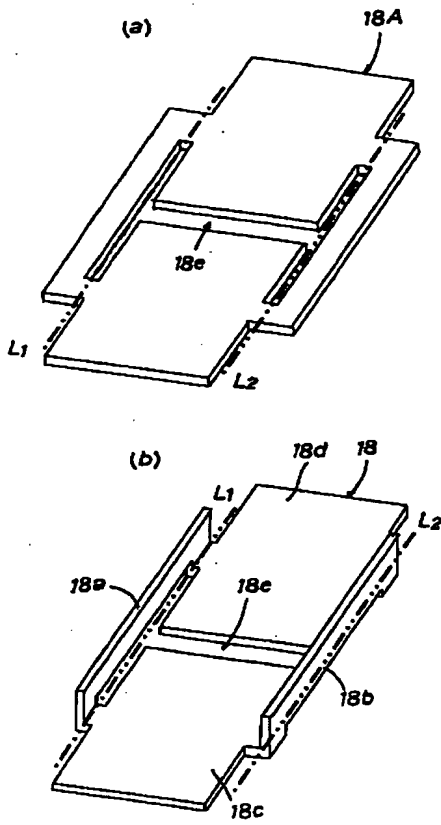
[Drawing 13]



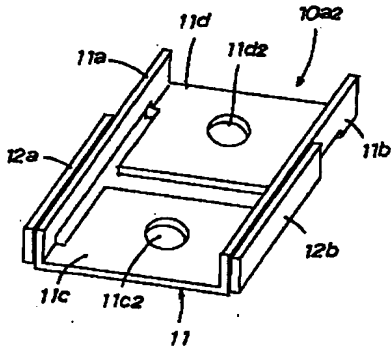
[Drawing 14]



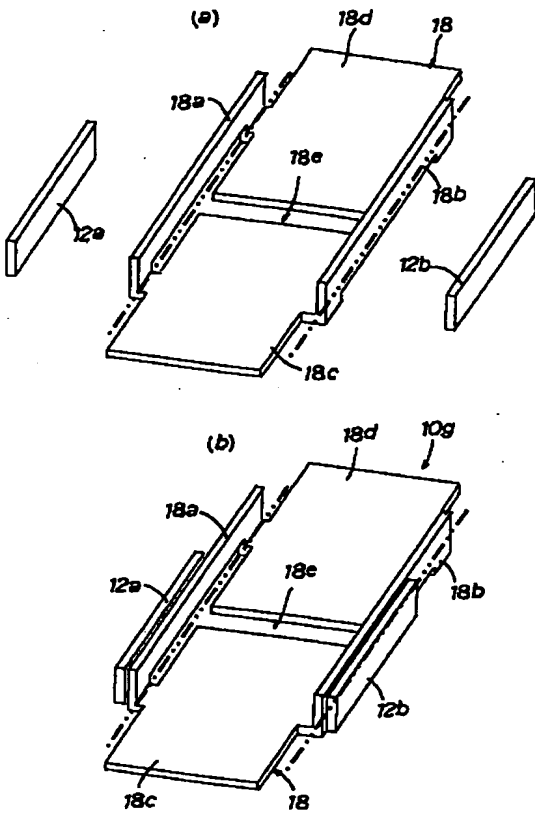
[Drawing 15]



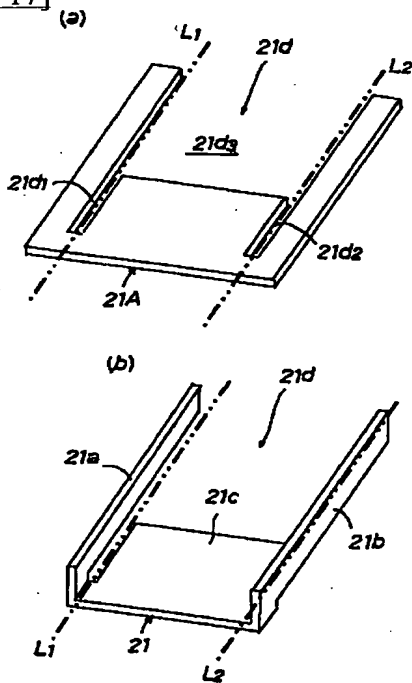
[Drawing 30]



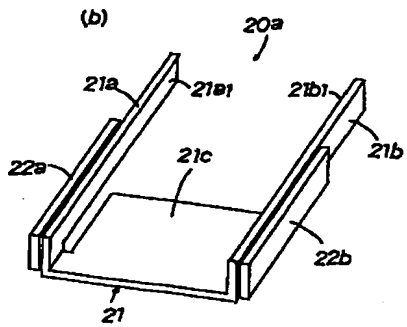
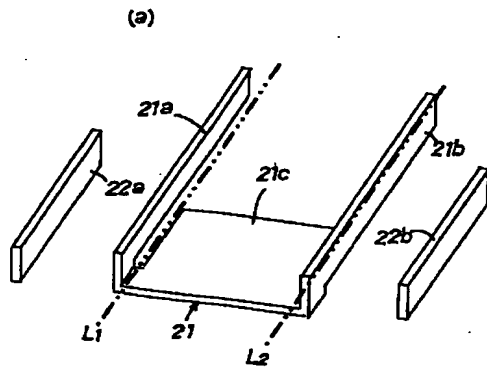
[Drawing 16]



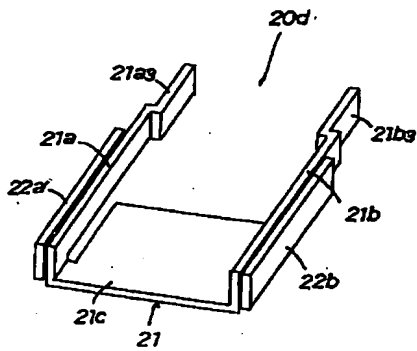
[Drawing 17]



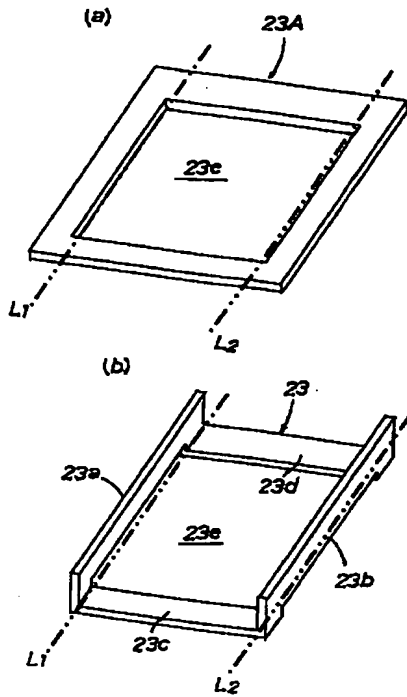
[Drawing 18]



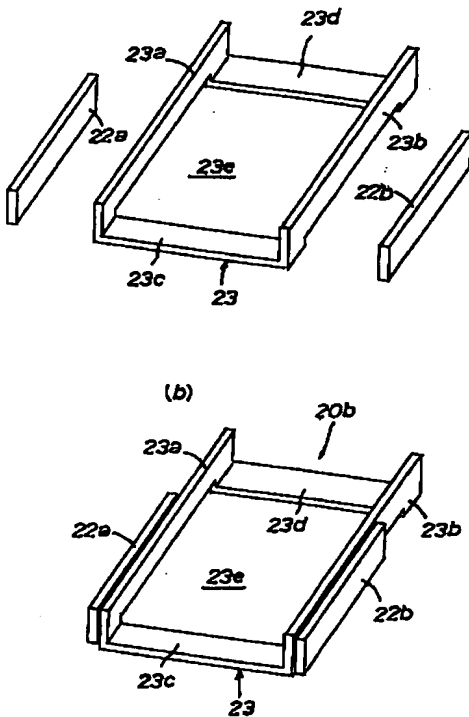
[Drawing 20]



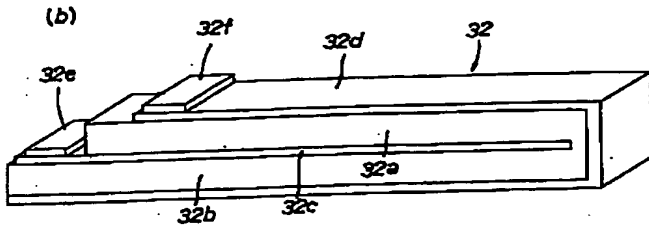
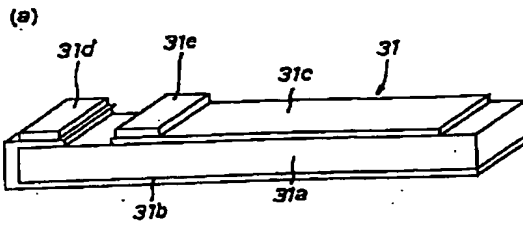
[Drawing 21]



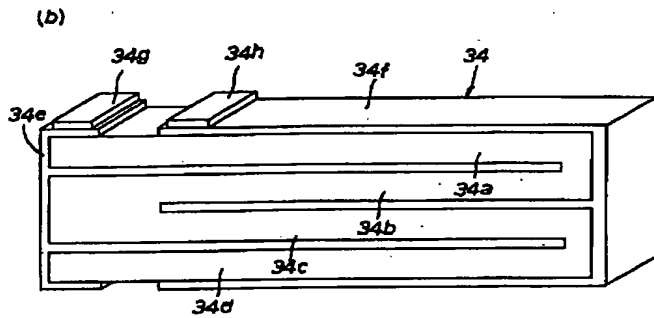
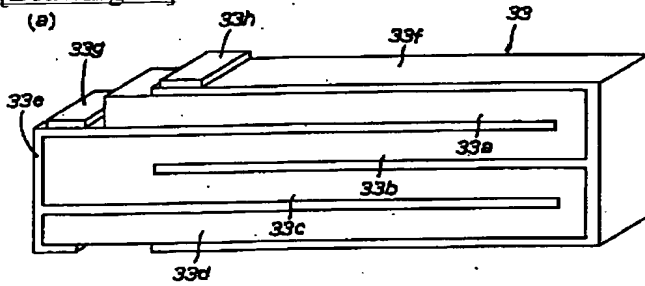
[Drawing 22]
(a)



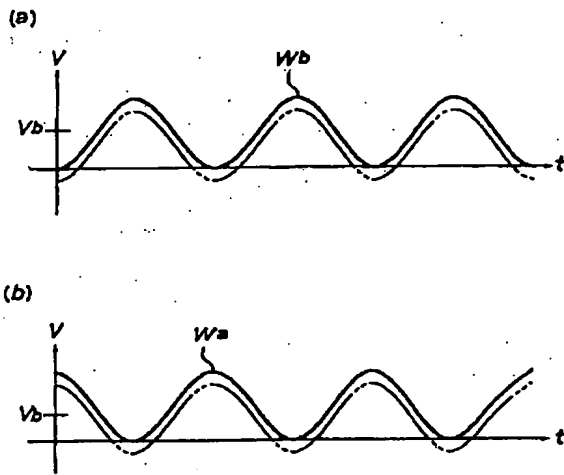
[Drawing 23]



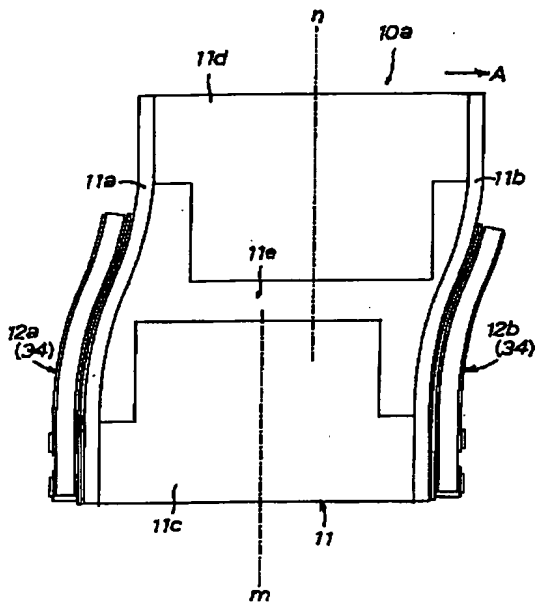
[Drawing 24]



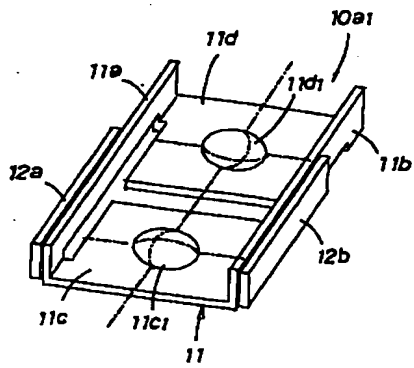
[Drawing 25]



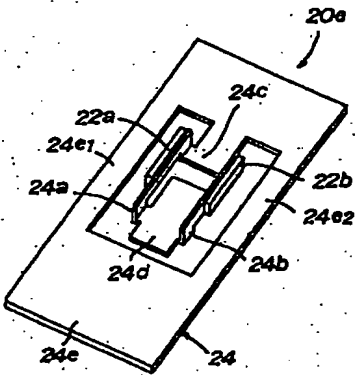
[Drawing 28]



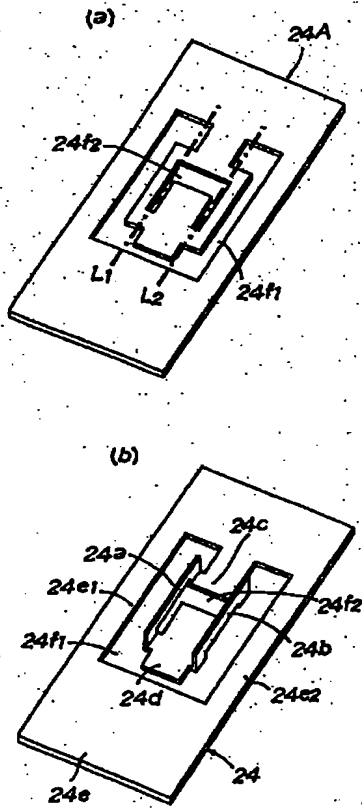
[Drawing 29]



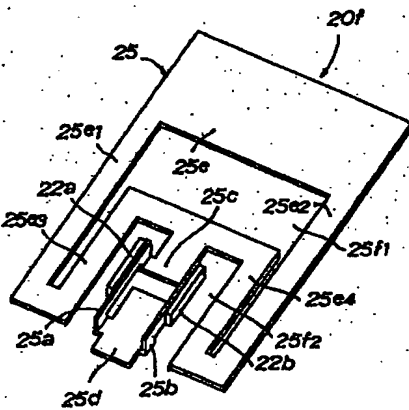
[Drawing 31]



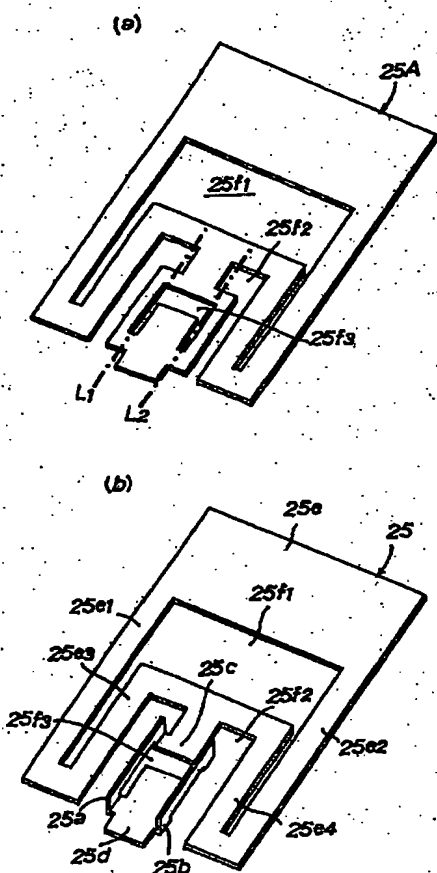
[Drawing 32]



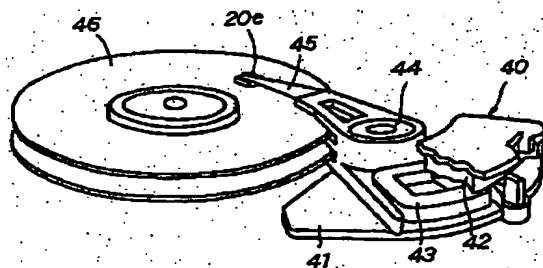
[Drawing 33]



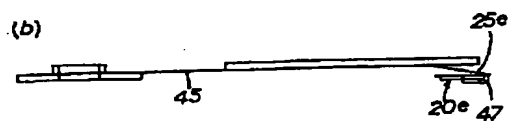
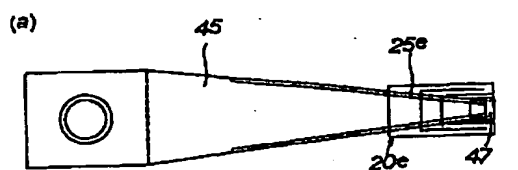
[Drawing 34]



[Drawing 35]



[Drawing 36]



[Translation done.]